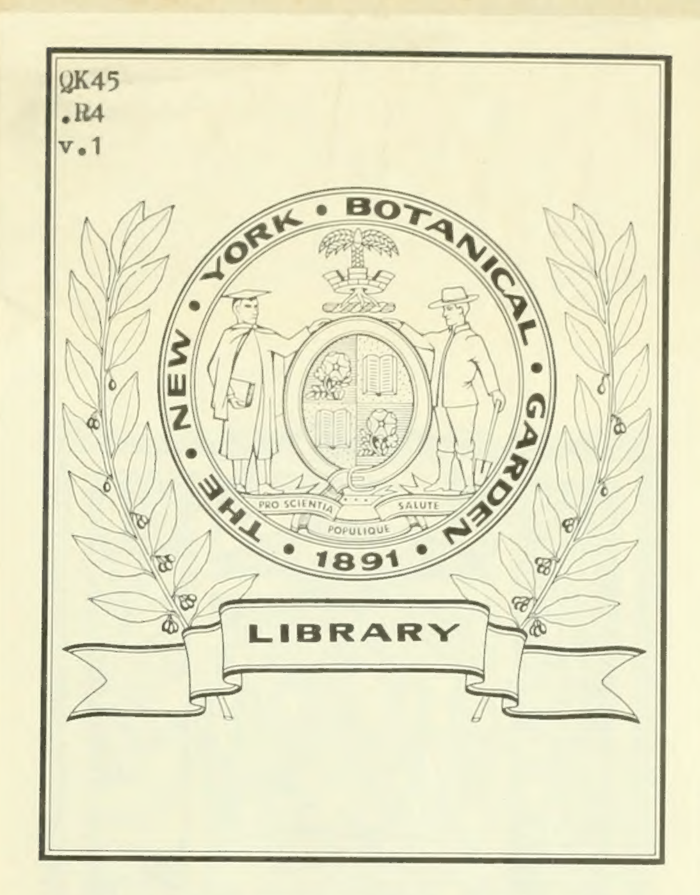
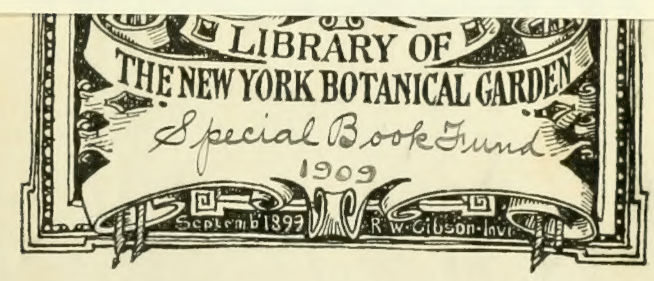

THE NEW YORK BOTANICAL GARDEN
PRO SCIENTIA
SALUTE
POPULIQUE
1891
LIBRARY


LIBRARY OF
THE NEW YORK BOTANICAL GARDEN
Special Book Fund
1909
Septemb 1899
R. W. Gibson Inv.

LE

RÈGNE VÉGÉTAL

TEXTES


IMPRIMERIE J. CLAYE
RUE SAINT BENOIT 7
LABOR
PARIS

LE

RÈGNE VÉGÉTAL

DIVISÉ EN

TRAITÉ DE BOTANIQUE, FLORE MÉDICALE, USUELLE ET INDUSTRIELLE
HORTICULTURE THÉORIQUE ET PRATIQUE
PLANTES AGRICOLES ET FORESTIÈRES
HISTOIRE BIOGRAPHIQUE ET BIBLIOGRAPHIQUE DE LA BOTANIQUE

PAR MM.

O. REVEIL
Docteur en médecine,
Pharmacien en chef des hôpitaux,
Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris
et à l'École supérieure de pharmacie,
Membre de plusieurs Sociétés savantes, etc.

A. DUPUIS
Professeur d'histoire naturelle,
Ancien Professeur de botanique et de sylviculture
à l'Institut agronomique de Grignon,
Membre de plusieurs Académies
et Sociétés savantes, etc.

FR. GÉRARD
Botaniste-micrographe,
Membre de plusieurs Sociétés savantes,
l'un des principaux collaborateurs
du *Dictionnaire universel d'histoire naturelle*.

F. HÉRINCQ
Botaniste
Attaché au Muséum d'histoire naturelle,
Rédacteur en chef
de *l'Horticulteur français*,
Membre de plusieurs Sociétés savantes, etc.

AVEC LE CONCOURS (pour la *Flore médicale*)
DE M. LE DOCTEUR BAILLON
Professeur de Sciences naturelles médicales à la Faculté de Médecine de Paris

ET D'APRÈS LES PLUS ÉMINENTS BOTANISTES FRANÇAIS ET ÉTRANGERS

formant dix-sept beaux volumes

dont neuf volumes grand in-8° jesus de textes

ET HUIT ATLAS PETIT IN-QUARTO DE PLANCHES GRAVÉES SUR ACIER ET FINEMENT COLORIÉES

TEXTES

PARIS
L. GUÉRIN ET Cie, ÉDITEURS
DÉPOT ET VENTE
A LA LIBRAIRIE THÉODORE MORGAND
RUE BONAPARTE, 5

1870

TRAITÉ

DE

BOTANIQUE GÉNÉRALE

ACCOMPAGNÉ DE DEUX ATLAS ICONOGRAPHIQUES

TEXTE

Paris. — Imprimerie de P.-A. Bourdier, Capiomont fils et Ce, rue des Poitevins, 6.

TRAITÉ

DE

BOTANIQUE

GÉNÉRALE

PAR MM.

F. HÉRINCQ
botaniste attaché au Muséum d'histoire naturelle,
rédacteur en chef de l'Horticulteur français,
membre de plusieurs Sociétés
savantes, etc.

FR. GÉRARD
botaniste-micrographe,
membre de plusieurs Sociétés savantes, l'un des
collaborateurs du Dictionnaire
d'histoire naturelle

O. RÉVEIL
Docteur en médecine, pharmacien en chef des hôpitaux, professeur agrégé à la Faculté de médecine
et à l'École supérieure de pharmacie de Paris,
membre de plusieurs Sociétés savantes, etc., etc.
Pour la Chimie végétale

OUVRAGE RÉSUMANT

LES PLUS SAVANTES RECHERCHES ET LES MEILLEURS TRAVAUX SUR LA MATIÈRE

FAITS EN FRANCE, EN ALLEMAGNE EN ANGLETERRE, EN ITALIE, ETC., ETC.

TOME PREMIER

PARIS

L. GUÉRIN ET Cie, ÉDITEURS

Théodore **MORGAND**, Libraire-dépositaire

RUE BONAPARTE, 5

AVERTISSEMENT DE L'ÉDITEUR

Le Traité de Botanique générale que nous publions offrirait un attrait et un caractère incontestablement supérieurs aux autres ouvrages qui ont paru sur le même sujet jusqu'à ce jour, rien que par la belle et savante iconographie micrographique qui l'accompagne : mais à cette supériorité qui frappe tout d'abord les yeux, il joint le mérite d'études étendues et approfondies, celui d'une originalité peu commune, d'un style souvent élevé, entraînant, et l'avantage d'embrasser toutes les perspectives de la science botanique : notions préliminaires indiquant la marche à suivre pour étudier avec fruit, généralités de la science, géographie botanique, botanique comparée, fossile, chimie végétale : principes et détails de la science, organographie, organogénie, physiologie, anatomie, tératologie et pathologie végétales, phytographie, exposé des diverses méthodes et des divers systèmes proposés par les savants.

Nous avons trouvé l'aperçu de cet ouvrage dans un travail laissé par un botaniste micrographe, homme d'un esprit vif et brillant, d'un savoir fort étendu, polyglotte, qui était au courant des œuvres de botanique de tous les pays et de toutes les langues : mais ce travail n'était qu'une ébauche, et il fallait le dégrossir, le compléter, le soumettre à une méthode, le revoir partout, et le refaire souvent en entier. Nous n'avons en conséquence acquis le travail de ce botaniste, prématurément

enlevé à la science, que sous bénéfice d'inventaire et avec l'intention arrêtée et exprimée d'avance de ne l'utiliser que dans ses parties les meilleures, les plus savamment originales, et surtout dans sa micrographie végétale, aussi curieusement qu'habilement traitée, particulièrement en ce qui concerne les dessins dus à l'auteur ou faits sous sa direction, dessins auxquels nous avons dû en ajouter beaucoup qui ne le leur cèdent en rien.

M. le docteur et professeur Reveil, dont les connaissances en chimie et en botanique sont trop généralement appréciées dans le monde savant, pour que nous ayons à nous appesantir sur la valeur de sa collaboration, a entièrement fait la remarquable partie de la *Chimie végétale* de cet ouvrage, et a porté son attention sur les détails appartenant à la même science qui pouvaient se trouver dispersés dans les autres chapitres.

M. Hérincq, botaniste distingué, attaché au Muséum d'histoire naturelle, a revu avec soin l'*Organographie* et l'*Organogénie végétales*. Il a dû refaire complétement des parties de ces deux importantes branches de la botanique générale : il a écrit en entier le chapitre plein d'intérêt sur l'accroissement des tiges qui termine le premier volume, et l'exposé de la méthode naturelle, en l'état présent de la science, que nous donnons dans le second volume.

Telle qu'elle est, notre publication est certainement, nous n'hésiterons pas à le répéter, la plus attrayante, la plus neuve et la plus originale qui ait encore paru, au moins en France, sur la matière dont elle traite.

Elle convient à tous les âges, à tous les esprits, au jeune homme que l'on veut initier à l'étude de la botanique, à l'homme qui a déjà beaucoup appris et qui veut pénétrer plus avant dans cette intéressante étude, en analysant et en comparant. Les femmes elles-mêmes rechercheront notre publication, parce qu'elle appartient à celle de toutes les sciences qui est le plus faite pour les flatter et les séduire. Quiconque aura ouvert une de nos iconographies ne la fermera pas sans

vouloir l'examiner et l'étudier dans toutes ses planches si artistement exécutées, dans toutes ses intéressantes figures.

En effet, si les deux remarquables Atlas qui accompagnent cet ouvrage appellent au plus haut degré l'attention des savants par leurs figures de micrographie végétale, par l'art du dessin et l'art de la gravure appliqués avec le plus grand succès à tous les détails de la science, à l'exposition des divers systèmes et à la botanique comparée, ils sont faits également pour exciter l'intérêt et piquer la curiosité des gens du monde par la clarté qu'ils jettent sur les difficultés les plus grandes de l'étude de la botanique. Rien n'y reste obscur, et ils vous conduisent pour ainsi dire par la main, en frappant à la fois les yeux et l'esprit, au milieu des détails d'une science aimable entre toutes.

Les textes, placés en regard des planches, ont d'abord l'avantage de renvoyer aux pages des volumes auxquelles les figures se rapportent, si l'on croit utile d'y recourir, de même que les pages des volumes renvoient aux numéros d'ordre des planches et des figures ; elles ont ensuite celui de dispenser à la rigueur de se reporter immédiatement à ces volumes pour comprendre les figures, cela au moyen d'explications descriptives suffisantes. Souvent même ces descriptions savantes et détaillées servent à développer ce qui n'avait été qu'indiqué dans les textes généraux.

Nous laissons aux auteurs le soin d'expliquer, dans leur Avant-Propos, la marche qu'ils ont suivie, le plan qu'ils ont adopté pour la composition de ce Traité de Botanique générale.

AVANT-PROPOS

C'est la manière de présenter la science qui rend celle-ci plus ou moins abordable, plus ou moins attrayante. Il faut le reconnaître, la méthode employée jusqu'ici par les auteurs d'ouvrages de botanique, pour initier les personnes désireuses de s'instruire, n'a pas peu contribué à faire abandonner, dès le début, une étude que l'on présentait tout d'abord hérissée de difficultés et de mots techniques, sans enduire de miel le bord du vase pour faire accepter l'absinthe, comme le recommande le poëte.

En effet, au lieu d'offrir à l'admiration l'ensemble de la nature végétale, et de conduire peu à peu aux détails, on a eu trop l'habitude de présenter, dès les premières pages de ces ouvrages, des objets microscopiques, la cellule primitive, les fibres, toutes les substances constitutives du végétal, visibles seulement à l'aide d'instruments puissants, dont le maniement est difficile, et avec lesquels les illusions d'optique sont très-fréquentes.

Dans notre ouvrage, nous suivons une marche tout opposée. Nous voulons instruire sans fatiguer, et rendre l'étude attrayante, au lieu d'en faire un épouvantail intellectuel. Notre plan ne semblera peut-être pas aussi scientifique; mais il sera, croyons-nous, plus rationnel. Nous avons fait comme l'anatomiste qui considère, d'abord l'ensemble du corps humain avant de le livrer au scalpel.

Nous donnons des notions préliminaires qui ont pour but de faciliter l'étude et d'en inspirer le goût; puis nous entrons dans notre sujet par ses perspectives les plus larges.

Notre Livre Ier est consacré aux généralités; nous déroulons

aux yeux du lecteur le vaste et sublime panorama de la création du monde; l'ensemble d'un grand spectacle est ce qui saisit tout d'abord les yeux et l'esprit. Dans le premier chapitre de ce Livre, on assiste, sans le moindre bagage scientifique, à la naissance successive des végétaux, et en même temps à la formation de l'écorce terrestre; on apprend ainsi, sans fatigue, l'histoire des végétaux fossiles; la flore antédiluvienne se montre naturellement avant celle qui l'a suivie. Dans le second chapitre, on contemple le merveilleux ensemble de la végétation actuelle, et la distribution des végétaux dispersés sur toute la surface de la terre; on parcourt toutes les côtes; on franchit les plus hautes montagnes; et pendant cette rapide et curieuse pérégrination, l'on apprend à connaître une multitude de plantes, ce qui facilite l'etude de la symétrie ascendante, et de l'ascendance des formes dont il est question dans le chapitre suivant. Pour augmenter l'intérêt philosophique de cette étude, nous avons essayé d'établir des points de comparaison avec les êtres du Règne animal, de telle sorte qu'on puisse suivre, parallèlement, la symétrie et l'ascendance des formes dans les végétaux et dans les animaux. Mais, nous le disons d'avance, ces lois de l'analogie, pour lesquelles se sont passionnés les naturalistes des siècles derniers, et qui ne laissent pas d'être encore pleines d'attraits, sont loin d'être absolues; au point de vue purement scientifique, elles conduiraient directement au chaos, si la science leur accordait plus d'importance qu'elles n'en comportent. Elles piquent singulièrement la curiosité, excitent l'esprit d'investigation; mais il faut en jouir sans en abuser. La connaissance de ces généralités acquises, on peut entreprendre l'étude de la vie intime des végétaux; en suivant pas à pas, dans les trois premiers chapitres, la forme ascendante, depuis le *Protococcus*, réduit à une seule cellule, jusqu'à l'arbre le plus parfait, on a, quoique vaguement, entrevu l'admirable structure interne. Le chapitre cinq est destiné à en faire connaître la composition chimique; dans ce chapitre, il est traité en outre de tous les principes immédiats contenus dans les végétaux, c'est-à-dire des produits que

l'homme peut extraire des plantes pour ses besoins personnels ou pour son industrie. C'est ce qui nous a engagés à le placer dans le Livre des généralités. D'ailleurs, nous poursuivons l'étude de la chimie végétale dans tous les détails de l'ouvrage.

Nous consacrons le Livre II à l'étude anatomique des organes de la végétation. Cette étude, qui exige tant d'investigations et d'observations minutieuses, se trouve complétée dans le Livre III, consacré au rôle physiologique de chaque organe. C'est là que l'on retrace tous les phénomènes de la vie active des végétaux : l'assimilation, la circulation, la respiration, l'exhalation, les odeurs, les saveurs, les couleurs, l'accroissement, etc., etc. Les chapitres sont aussi nombreux que les sujets.

Le Livre IV comprend l'étude des organes de la reproduction, ou, pour parler autrement, des différentes parties de la fleur. Il est divisé en treize chapitres. Nous n'avons pas cru devoir traiter séparément du rôle physiologique de chacun de ces organes, parce que ce rôle est à peu près sans importance dans le plus grand nombre des cas. Nous avons seulement réservé un chapitre spécial à la fécondation, et un autre à la germination, faits physiologiques indispensables à la reproduction, et qui présentent des phénomènes des plus intéressants au point de vue philosophique.

L'étude des maladies et des monstruosités (*pathologie* et *tératologie*) occupe le Livre V.

Enfin le Livre VI est consacré à l'histoire et à l'exposé des systèmes et méthodes de classification des plantes, ainsi qu'aux descriptions des familles naturelles.

Un Dictionnaire des termes usités en botanique termine utilement le second volume et permet d'éclaircir sur-le-champ les expressions employées dans le cours de l'ouvrage, qui paraîtraient obscures au lecteur.

Tel est le plan de notre *Traité de Botanique générale* auquel nous avons donné pour corollaire, pour complément essentiel, deux Atlas de planches, renfermant une multitude de figures coloriées, d'une

rare exactitude et d'un intérêt considérable. Ces figures, qui ajoutent tant d'attrait à l'étude de la botanique, et qui la facilitent beaucoup, sont accompagnées, en regard de chacune, de textes explicatifs, destinés non-seulement à faire comprendre celles-ci, mais encore à développer, quand il est besoin, ce qu'on n'a pu qu'indiquer dans le corps de l'ouvrage. Volumes de textes et Atlas vivent, se complètent et se soutiennent l'un par l'autre, ils forment un ensemble inséparable, et nous n'avons pas donné moins de soins aux uns qu'aux autres.

BOTANIQUE
GÉNÉRALE

NOTIONS PRÉLIMINAIRES

DU CHARME ET DE L'UTILITÉ DE LA BOTANIQUE

Naître, croître, paraître dans toute sa force, sa grâce et sa beauté, puis s'incliner, se faner, dépérir et mourir, après s'être perpétué par les germes de la reproduction, telle est la loi apparente à laquelle obéit l'échelle des espèces végétales aussi bien que celle des espèces animales; admirable phénomène dont l'origine mystérieuse reste cachée, comme celle de la terre elle-même et de toutes les sphères suspendues dans l'immensité, au sein de son premier auteur et de la création entière. Ce phénomène, objet des constantes méditations de la science, se manifeste sous des formes si variées, malgré le cercle où les savants ont cru pouvoir renfermer les types primitifs, que partout où l'observateur porte ses pas, il découvre des individus nouveaux, sans que la fécondité de la nature soit épuisée par cet incessant enfantement. Si les animaux nous semblent innombrables, depuis le plus énorme d'entre eux jusqu'au plus insaisissable infusoire, combien le sont davantage les végétaux, du cèdre gigantesque au plus petit brin de mousse. Depuis la lisière des neiges éternelles qui couronnent les cimes alpestres jusqu'aux plages sablonneuses que baigne la lame maritime; depuis la fêlure du rocher sourcilleux où le vent a poussé quelque germe d'éclosion jusque dans les rivières, dans les ruisseaux, dans les fontaines, dont la transparence cristalline donne à la verdure un éclat particulier, jusque dans les eaux stagnantes, dans la goutte de pluie qui creuse insensiblement sa coupe au sein

du granit pyrénéen, jusque dans l'abîme des Océans où l'algue prend naissance auprès du zoophyte, jusque dans l'écorce des arbres où la vie parasite se superpose à la vie plus fondamentale, jusqu'aux dernières limites de la végétation cryptogamique, jusqu'aux extrêmes confins où les deux règnes paraissent s'allier et se confondre, la nature végétale domine comme au milieu d'un empire qu'elle se serait, la première, approprié, et où, de fait, elle a précédé la nature animale qui ne pouvait subsister sans elle. Humble, à peine perceptible sur les rochers stériles que calcine un soleil torride et qu'elle recouvre d'une croûte légère de lichens, elle va grandissant à mesure que le milieu qu'elle habite lui devient plus favorable, présentant ici de simples points dont l'œil ne peut distinguer l'existence qu'à l'aide du microscope, là des plantes d'une structure complexe ou des espèces géantes qui, dans les forêts vierges du Nouveau Monde, semblent avoir assisté aux premiers âges de notre terre, et, comme le roc d'aspect indestructible, paraissent défier le temps; quoique sous les couches profondes d'humus où s'enfoncent leurs racines, on puisse reconnaître les symptômes de la naissance, de la reproduction et de la mort auxquelles elles n'échappent pas plus que la plus humble graminée.

Chaque région, chaque site, quelque limité qu'il soit, a ses types végétaux; et toutes les fois que le milieu dans lequel elle est placée se modifie, la plante en subit l'influence, jusqu'à passer insensiblement d'une forme à une autre, sans que souvent il soit possible de déterminer avec précision le point où un type commence et celui où il finit. C'est cette transformation, résultat non d'un hasard aveugle, mais de lois infranchissables gravitant entre deux points extrêmes, qui a si souvent jeté la confusion dans les études des botanistes, et multiplié à l'infini la nomenclature de la science.

Au végétal qui tombe frappé par la mort, en succède un autre, qui ne disparaît à son tour que pour faire place à des êtres nouveaux. L'arbre robuste, dont les racines rampaient au loin sous le sol que ses branches couvraient de leur ombre, et qui pendant sa vie n'avait cessé d'opprimer les faibles plantes ne demandant qu'à croître en paix sous sa protection, paye, après avoir traversé les âges, son tribut à la nature, et succombe enfin sous le faix des années. Dès que la vie commence à s'éteindre en lui, il est attaqué par des myriades d'ennemis qui l'entourent, le pressent, pénètrent dans sa

substance, s'établissent sur ses feuilles, sur ses branches, sur son écorce, au sein même de son tissu ligneux, et semblent insulter à sa faiblesse. Ces frèles parasites, si méprisables en apparence, sont cependant les plus redoutables adversaires des géants des forêts; et, pour qu'il n'y ait pas d'interruption dans la loi de succession des êtres, toujours la vie succède à la vie : les lichens, les mousses, les graminées, ont préparé le sol où croît l'arbre qui ne meurt que pour féconder de ses débris la terre sur laquelle il a vécu; et quand les humbles plantes qui naissent au milieu de ses cendres ont accompli leur période de végétation, et rendu à leur tour à la terre la vie qu'elles en avaient reçue, un de ses descendants se dresse en vainqueur au milieu de l'humus qu'elles ont déposé, et y établit sa domination jusqu'à ce que la mort s'en empare.

La terre est donc une immense arène où la vie et la mort se disputent la victoire; mais ces deux phénomènes, aussi insaisissables l'un que l'autre, se servent réciproquement d'appui : pas de mort sans la vie, pas de vie sans la mort. On voit, en feuilletant le livre mystérieux de l'histoire de la terre, que les formes, lentement élaborées, se sont épurées peu à peu, et ne sont arrivées à la perfection que nous leur connaissons aujourd'hui qu'après des ébauches imparfaites, des jeux ou des accidents bizarres, dont la naissance semblerait due au caprice. Après avoir animé la terre, elles ont disparu pour faire place à des êtres plus réguliers, à l'apparition desquels elles semblent n'avoir servi que de prélude.

Les lois qui président à la manifestation de la vie sous une forme déterminée suivant les circonstances, ont une persistance si grande, qu'à peine l'homme, cet audacieux rival de la nature, a-t-il cessé, fût-ce un seul instant, de veiller à ce que le fruit de son labeur ne soit pas perdu, elle s'empare du sol qu'il vient de quitter, comme d'une propriété dont la spoliation l'a privée; elle envahit même le champ qu'il cultive, mêle à ses récoltes les végétaux qui naissent spontanément, et l'oblige, pour le punir de son audace, à un combat perpétuel.

Après la loi de la vie, la plus générale est celle de la *variété*; c'est à elle que nous devons le charme qui s'attache à l'étude des végétaux; elle se lie intimement à celle de l'ascendance et de la perfection successive des formes, qui se retrouve sans exception à tous les degrés de l'échelle des êtres. Dans l'ensemble du règne végétal, comme

dans l'ensemble du règne animal, nous passons du simple, du rudimentaire au complexe; dans chaque classe, chaque ordre, chaque famille, nous retrouvons cette loi. Comparez la *Lepraria*, cette poussière à fructification inconnue qui tapisse les rochers, aux formes plus parfaites des *Cenomyces* et des *Usnées*, qui sont des sortes d'arbres en miniature, en suivant non pas les méthodes savantes, qui trop souvent interrompent l'ordre naturel, mais en observant la loi d'ascendance, vous trouverez que les lichens présentent deux points extrêmes qui ne diffèrent entre eux que par la perfection, et dont le plus inférieur était l'ébauche.

On retrouve dans les saisons l'existence de la même loi : chacune d'elles a ses attraits et mérite les hommages des amis de la nature. Lorsque la tiède haleine du printemps a délivré la terre de son lourd manteau de glace, que le soleil a dissipé les vapeurs brumeuses qui alourdissaient l'atmosphère, quelques fleurs délicates viennent exposer leurs frêles corolles aux derniers souffles de l'aquilon, et annoncent le réveil de la nature. Ces gracieuses avant-courrières d'une nouvelle période d'évolution végétale disparaissent dès que leur rôle est accompli, et l'été se présente escorté d'un riche appareil floral. La terre se décore de fleurs, l'air est embaumé de mille parfums; chaque être, revêtu de sa robe de noces, se prépare à l'œuvre mystérieuse de la reproduction. Puis vient l'automne, plus grave, qui mûrit le fruit fécondé par le soleil. Avant de rentrer dans le silence de la tombe ou dans le repos, la nature, jalouse de briller d'un dernier éclat, étale les teintes les plus riches et les plus variées, et tant que la glace n'a pas solidifié la surface des eaux, il apparaît des fleurs qui semblent un dernier effort de la vie contre le froid glacé de la mort.

Le microcosme des anciens, avec son enfance, sa jeunesse, son âge mûr et sa vieillesse, serait-il réellement l'histoire abrégée du macrocosme ou du monde? et notre terre, après avoir cheminé d'abord silencieuse et stérile à travers l'espace, puis s'être animée au souffle de la vie et avoir produit l'homme, son chef-d'œuvre, le seul qui comprenne les merveilles que la nature déroule sous ses yeux, est-elle destinée à tomber dans la décrépitude, et à voir disparaître de sa surface la vie, son plus bel attribut?

Au milieu de ce théâtre si riche et si animé, à la vue de ces phénomènes sans cesse renaissants, l'homme n'a pu rester froid et insen-

sible ; les harmonies de la nature ont parlé à son esprit et éveillé en lui l'admiration : aussi, à toutes les époques, a-t-il cultivé la science des végétaux, comme la plus agréable et la plus utile, et comme celle qui était, entre toutes, digne de son attention.

La botanique est, en effet, de toutes les sciences, celle qui convient le mieux à tous les âges et à toutes les conditions. L'enfant qui cueille la simple fleur des champs pour en faire un bouquet sans art ; la jeune fille qui demande à ces êtres frêles, comme elle, une parure destinée à ne briller qu'un moment ; l'homme fatigué des agitations de la vie, et qui cherche dans la solitude des forêts un repos que lui refuse le séjour des villes ; le savant qui prétend découvrir le mot de l'énigme de la nature, trouvent dans le vaste champ du règne végétal un aliment à leurs besoins et à leur curiosité. Quoique l'étude de la botanique soit capable d'exercer, pendant toute une existence d'homme, la méditation la plus soutenue, elle est néanmoins la seule qui permette de se borner aux connaissances générales ou à l'observation de quelques-unes de ses branches. Elle n'exige, pour ceux qui n'y cherchent qu'un délassement, presque aucune contention d'esprit, et ne demande qu'un peu de mémoire des noms. Le valétudinaire et l'homme robuste, la femme la plus délicate et l'adolescent plein de force et de santé y trouvent une agréable distraction. Les longues excursions dans les champs et les bois, les simples promenades dans un jardin ou au milieu des campagnes, satisfont à la fois au besoin de délassement de l'esprit et au plaisir de la locomotion. C'est encore la seule science qui puisse être étudiée sans fatigue et sans dégoût. L'étude sérieuse des animaux exige l'usage du scalpel pour interroger leurs organes internes, et y chercher le mystère de la vie ; du sang, des cris, les derniers spasmes qui précèdent la mort, portent le trouble dans l'esprit, et ne conviennent qu'aux savants véritables, dont les travaux doivent agrandir le cercle restreint de nos connaissances. Toutes les préparations zoologiques veulent des soins minutieux, et ne laissent sous les yeux qu'une image trompeuse de l'être qui a vécu : tandis que les végétaux passent de la vie à la mort sans se débattre ; ils conservent, quoique privés de l'existence, le port, la couleur qu'ils avaient dans les champs ; quelques-uns, comme les mousses, les jungermannes, peuvent rester impunément dans des herbiers pendant une longue suite d'années et reprendre leur forme primitive dès qu'ils sont soumis à

l'influence de l'humidité. Les plantes à tige succulente continuent de pousser dans les collections de végétaux desséchés : aussi la vue n'en est-elle jamais attristée par l'image de la destruction. Quand le fer détache un rameau de l'arbre qui le porte, la plaie est bientôt cicatrisée, et un bourgeon nouveau remplace la branche qui a péri ; car la vie est multiple dans le végétal ; ce sont autant de polypes greffés sur une souche commune, et qui se succèdent tant que le pied qui les porte conserve sa puissance végétative.

Sous le rapport des frais qu'entraîne après soi cette agréable étude, on peut dire qu'aucune n'est moins dispendieuse : une boîte de fer-blanc, une loupe, une pince, quelques feuilles de papier, un crayon pour le dessinateur, composent tout le bagage de l'herboriseur savant ou simplement curieux.

Si nous envisageons l'influence morale des sciences, combien il y a loin du zoologiste au botaniste ! Le premier s'arme d'instruments de chasse ou de pêche, pour s'emparer des animaux, avec lesquels il doit lutter de vigueur ou d'adresse ; il résulte de ce déploiement de force une excitation qui porte dans l'esprit une exaltation fébrile ; tandis que le botaniste, simple contemplateur de la nature, se plaît dans une douce rêverie et garde dans son esprit un calme bienfaisant. Jean-Jacques Rousseau, ce triste misanthrope, plutôt armé de la philosophie du désespoir que de celle de la résignation, trouva dans l'étude de la botanique une trêve à ses maux ; il a le premier su peindre, avec autant de force que de vérité, l'impression que produit sur l'esprit la solitude des forêts. En effet, peu d'hommes dignes de ce nom sont insensibles à la vue de la nature ; ceux mêmes que les impérieuses nécessités de la vie ont empêchés de se livrer à l'étude des phénomènes naturels éprouvent, à la vue des merveilles qui se déroulent sous leurs yeux, plus que l'admiration froide qu'excitent en nous les chefs-d'œuvre de l'art humain, mais un transport religieux qui porte leur esprit à la contemplation.

Lorsqu'on jette un coup d'œil sur l'ensemble de la végétation qui sert de parure à la terre, depuis les régions glacées du Nord jusqu'à l'équateur, et depuis les plages maritimes jusqu'aux neiges éternelles qui couronnent les montagnes, on voit les formes végétales affecter des caractères correspondant à la nature de ces divers climats. Les plantes décroissent en nombre et en vigueur à mesure qu'on s'élève vers les pôles ; les arbres passent, des formes arborescentes que nous

leur connaissons dans nos forêts, à la forme herbacée ; le bouleau seul y apparaît encore, mais rabougri, chétif, haut à peine de quelques pouces, et les mousses, les lichens, enfants de l'hiver, servent de parure à ces déserts de glace. Le renne creuse de ses pieds la neige épaisse qui couvre le sol, pour demander aux Cenomyces l'unique nourriture que lui offrent ces régions. En descendant vers des contrées moins désolées, les arbres verts annoncent qu'en dépit des rigueurs de l'hiver, la vie n'est pas complétement éteinte pour les terres polaires; mais, malgré la persistance de leur feuillage, leur couleur dure et sombre égaye à peine les paysages septentrionaux, et leurs longues branches se détachent comme des ombres gigantesques sur le ciel gris de ces tristes climats. Les végétaux n'y sont pas animés de ces couleurs brillantes propres aux régions qu'éclaire un soleil ardent : le blanc, le jaune, le bleu pâle, sont les couleurs dominantes, et leurs propriétés semblent atténuées par la lente circulation d'une séve engourdie; quelques baies acides sont les fruits les plus savoureux que l'extrême Nord offre à ses habitants, jetés comme par un châtiment sévère sur cette terre maudite. A mesure que nous descendons vers le Sud, les formes végétales grandissent, se multiplient, les fleurs sont plus belles, plus parfumées, les saveurs des fruits acquièrent de l'intensité ; et, quand nous sommes sous le tropique, nous voyons la végétation prendre tout son développement. Là, les fougères ne sont plus, comme chez nous, des plantes herbacées, ce sont des arbres parés de longues frondes qui retombent en panaches élégants; les palmiers, inconnus à nos climats, dressent avec fierté leur tronc droit comme des colonnes et surmonté d'un bouquet de feuilles, qui en forme le chapiteau gracieux. Il semblerait que dans les forêts vierges, dont tous les voyageurs s'accordent à faire d'admirables récits, la nature végétale ait concentré toute sa puissance. Les arbres séculaires sont enlacés de Bignonia, de Banisteria aux fleurs dorées, de Paullinia, d'Aristoloches, qui les étreignent comme des serpents, ou retombent vers le sol en longues guirlandes; la vanille aux gousses odorantes s'applique sur leur tronc, et y adhère par ses racines ; la grande famille des Orchidées, aux formes multiples, et aussi distinguée par ses riches couleurs que par les masses de fleurs qui sont appendues à ses hampes flexibles, croît au pied des arbres, sur leur tronc, dans l'enfourchure de leurs branches, à leur sommet, et s'y balance dans l'air, qu'elle embaume

de ses émanations pénétrantes. Le Bananier, plante herbacée qu'une même année voit naître et mourir, laisse tomber, du milieu de ses feuilles gigantesques, de longs régimes de fruits savoureux. Les graminées, ces humbles végétaux qui semblent ne jamais devoir affecter que des formes pygméennes, y revêtent une figure nouvelle; le Bambou, ce roseau des régions tropicales, est devenu un arbre à feuilles élégantes. Les fruits ne sont plus acides, ils sont sucrés et parfumés, ou rehaussés de saveurs étranges; les aromates s'y développent et y mûrissent dans le milieu qui leur est propre; à côté d'eux croissent des poisons terribles, dont la médecine a essayé la puissance.

La Botanique est la science qui traite de la connaissance des végétaux, qui nous apprend à les distinguer d'après leurs caractères, et à établir entre eux des associations par similitude; car si les plantes semblent répandues sur la terre sans ordre et au milieu de la plus étrange confusion, on arrive, avec un peu d'attention, à reconnaître, entre les divers groupes, des ressemblances qui indiquent chez eux une étroite parenté. A ces premiers rapports en succèdent d'autres qui frappent l'esprit avec une égale force, et l'on ne tarde pas à comprendre qu'il y a dans la nature végétale, comme dans la nature animale, une loi de perfectibilité de forme qui établit une chaîne continue, depuis les premières molécules vivantes jusqu'aux végétaux les plus parfaits.

Après avoir esquissé à grands traits le tableau des phénomènes que déroule sous nos yeux le règne végétal, il nous reste à descendre dans les régions plus humbles de la pratique, et à démontrer que de toutes les sciences, la botanique est celle qui rend à l'homme le plus de services et qui devrait occuper la première place dans son estime. Par malheur, elle est beaucoup trop dédaignée : aussi, malgré les progrès de la science, en sommes-nous réduits encore à rechercher péniblement parmi les végétaux, ceux qui pourraient nous être utiles. On reconnait aujourd'hui qu'en se livrant aux études de spéculation pure, et c'est le nom qu'il faut donner à ces travaux de science dont l'imagination a fait presque tous les frais, et qui n'ont abouti qu'à enfanter des théories n'attendant qu'un souffle pour être détruites, on reconnait que l'on n'a fait que s'écarter de la voie qui devait conduire à des résultats positifs. Si parmi les savants qui se sont fait un nom, il en est qui n'ont qu'une connaissance superficielle de la botanique appliquée, combien plus en est-il parmi les hommes aux-

quels les études sérieuses ne sont cependant pas étrangères, qui n'ont pas même les plus vulgaires notions de cette science. Les uns affectent un scepticisme absolu, et, n'attribuant aux végétaux aucune importance, foulent dédaigneusement aux pieds ceux qui sont le plus utiles; d'autres, imbus d'une croyance puérile, ajoutent foi aux vertus chimériques qu'on a prêtées aux végétaux, science fausse et trompeuse qui a fait de tous les préjugés relatifs aux propriétés des plantes un corps de doctrines erronées.

Étude pleine de charmes pour tout le monde, la BOTANIQUE est une science des plus utiles pour beaucoup, indispensable même au MÉDECIN, au PHARMACIEN, au VÉTÉRINAIRE, à l'HERBORISTE, à l'AGRICULTEUR, à l'HORTICULTEUR, AUX INDUSTRIELS qui s'occupent de *filature*, de *teinture*, de *fabrication des couleurs*, de *parfumerie*, de *distillation*, d'*ébénisterie*, etc., etc. On a donc peine à comprendre qu'une science qui devrait être si appréciée, si répandue, soit à peine effleurée par les uns et entièrement ignorée par les autres.

Le *médecin* doit être essentiellement botaniste; car, pour formuler, il faut qu'il connaisse, avec la plus grande précision, les propriétés des agents qu'il emploie, leur contre-indication, les remèdes aux accidents qu'ils pourraient produire. S'il est versé dans cette science, il y puisera, comme dans une source intarissable, des ressources que souvent lui refuse la pharmacologie minérale. Mais il semblerait que ces végétaux au vert feuillage, aux fleurs gracieuses et parfumées, soient des êtres inoffensifs qui n'ont que des propriétés hypothétiques. Quelques-unes seulement ont l'honneur de figurer dans la matière médicale; telles sont la digitale, la belladone, le pavot, la ciguë, le ratanhia, le séné, l'ipécacuanha, le quinquina, etc. Ajoutons-y quelques douzaines d'autres plantes, et là finit toute la botanique du médecin. Quant aux végétaux indigènes, il les connaît peu ou point; pourtant, même encore dans ce siècle, plusieurs médecins botanistes, entre autres Loiseleur Deslonchamps et Bodard, ont cherché à nous soustraire au tribut que nous payons aux pays étrangers; ils ont interrogé notre flore, pour savoir s'il ne s'y trouvait pas de végétaux qui pussent offrir des propriétés identiques à celles des plantes médicinales exotiques. La salicine, contenue dans l'écorce amère du saule, a été employée quelquefois comme succédané du quinquina; les racines de la pensée sauvage font vomir; le suc de la bryone est un purgatif aussi actif que la scammonée; l'huile tirée des graines de l'épurge

peut remplacer l'huile vésicante du *Croton tiglium* et avec moins de danger; les feuilles du baguenaudier, celles aussi de la *Coronilla emerus*, peuvent être substituées au séné, etc. On fera, à l'occasion de la coronille, remarquer combien il est important de connaître, en botanique appliquée, certaines différences spécifiques; car, tandis que la *Coronilla emerus* est simplement purgative, les semences de la *Coronilla varia* sont diurétiques et douées d'âcreté; et dans cette grande famille de Légumineuses, on trouve des plantes fort diverses. C'est ainsi que, tandis que le cytise des Alpes et l'*Abrus precatorius* sont doués de propriétés toxiques, les semences d'un grand nombre d'autres espèces sont alimentaires. Les bulbes du colchique, qui à l'automne décore nos prés humides de ses fleurs élégantes, ceux de notre narcisse des prés, possèdent des propriétés d'une activité redoutable. Enfin, le médecin qui a fait de la botanique une étude sérieuse n'est nulle part privé de secours; partout il peut trouver des agents médicaux dont il lui importe de connaître la puissance, s'il veut les administrer avec sécurité. Il peut se trouver loin de toute pharmacie et être obligé de demander aux végétaux qui croissent autour de lui les succédanés des médicaments qu'il n'a pas. Qu'osera-t-il faire s'il ignore de quelles vertus sont douées les herbes des champs et des bois? Que fera-t-il si sa science se borne à quelques noms, et s'il ne connaît pas ce qui distingue le véritable botaniste de l'empirique, les secours que peut lui offrir telle ou telle famille? Car d'étroites affinités unissent presque toujours entre eux les divers groupes végétaux : les Renonculacées en général sont âcres, les Labiées sont balsamiques et stimulantes; les Gentianées, amères et toniques; les Solanées, fétides et vénéneuses; les Borraginées, mucilagineuses et adoucissantes; les Synanthérées, amères, toniques et souvent stimulantes comme dans les Radiées; les Malvacées, émollientes; les Fumariacées, douées d'une tonicité prononcée. Ira-t-il imprudemment se fier aux familles à propriétés multiples, comme les Ombellifères et les Papilionacées? Ne doit-il pas savoir que certains groupes voisins, comme les Campanulacées et les Lobéliacées, sont doués de propriétés opposées? Enfin, sa science est incomplète s'il ignore toutes ces choses. Admettons maintenant qu'un médecin français aille s'établir dans un pays étranger : avant qu'il en connaisse la matière médicale, il lui faudra de longues études, souvent insuffisantes si elles ne sont pas scientifiques; car il sera

transporté dans un milieu si nouveau, qu'il n'y aura dans la végétation aucune plante dont le faciès lui soit familier. S'il avait étudié la botanique au point de vue de son application à l'art de guérir, il lui faudrait quelques semaines seulement pour manier les médicaments en usage dans le pays, avec autant d'habileté que les médecins indigènes.

Malgré cette incontestable utilité, malgré les oscillations auxquelles leur art est si sujet, la plupart des médecins délaissent la botanique, qu'ils ont à peine effleurée quand ils étaient élèves. Et pourtant, cette science où l'on trouve pour ainsi dire, chez tous les peuples, l'origine de la médecine, fut l'honneur de beaucoup de leurs plus illustres devanciers. Hippocrate, dont ils consultent encore les écrits; Dioscoride, à qui l'on doit six livres précieux sur la matière médicale des anciens, basaient en partie l'art de guérir sur l'examen et l'usage des plantes; il en était de même des médecins latins, de même encore des médecins de la Chine, aussi loin que l'on puisse remonter le cours des siècles, de même enfin des médecins arabes tels que les Rhazès et les Avicenne. Ils étaient des botanistes ardents à l'œuvre, ces hommes des siècles antérieurs au nôtre, qui ont illustré à la fois la médecine et les sciences naturelles chez les peuples modernes : en France, les Belon, les Dalechamps, les de l'Ecluse, les de Lobel, les Gui de la Brosse, les Geoffroy, les Magnol, les Tournefort, les Dodart, les Fagon, les Marchant, les Chomel, les Guettard, les Louis Gérard, les Bucquet, les Bazin, les Broussonet, les Spielmann, les Jussieu, etc.; en Allemagne, les Brunsfels, les Cordus, les Bock, les Fuchs, les Rauwolf, les Tabernæmontanus, les Camerarius, les Jungermann, les Hoffmann, les Rhumphius, les Kœmpfer, les Wolckammer, les Breyn, les Knaut, les Hedwig, les Ludwig, les Gmelin, les Trew, les Bachmann (Rupius), les Wedel, les Bruckmann, les Baïer, les Dillenius, etc.; en Hollande, les Bodæus, les Dodoëns, les Bontius, les Commelin, les Hermann, les Munting, les Boerhaave, les Leuwenhoeck, les Van-Royen, les Burmann, etc.; en Belgique, les Spigel, les van Helmont, etc.; dans la Grande-Bretagne, les Grew, les Morison, les Bobart, les Blair, les Shaw, les Deering, les Mitchell, les Martyn, les Woodward, les Hales, les Fathergill, etc.; en Italie, les Mattioli, les Cesalpini, les Aldrovande, les Fallope, les Alpini, les Zanoni, les Castelli, les Malpighi, les Tilli, les Micheli, etc.; en Espagne, les de Huerta, les Monardès, les Hernandez, etc.; en Pologne, les Zaluzianski, les

Jonston; en Suisse, les Conrad Gessner, les Bauhin, les Haller, etc.; dans les pays Scandinaves, les Rudbeck, les Browallius, les Winslow, les Acharius et le grand Linné. Il est certainement encore des médecins qui tiennent un rang éminent dans les sciences botaniques; mais il faut bien le dire, ce qui était autrefois la règle n'est plus aujourd'hui que l'exception, au grand détriment de la médecine qui s'habitue ainsi peu à peu à perdre un de ses principaux moyens curatifs, et court risque de tomber dans de graves erreurs.

Le savant Desvaux avait si bien compris le besoin d'étudier mûrement une science si utile à l'art de guérir, qu'il ne cessait de signaler des exemples de fautes commises dans la médecine et dans la pharmacie, par suite d'ignorance en botanique.

« On a vu, disait-il, dans le principal de ses ouvrages, des hommes, obligés par leur profession de connaître les propriétés des végétaux, donner l'hysope lorsque la saponnaire était prescrite, d'autres substituer la fumeterre au serpolet, d'autres donner le marrube au lieu de menthe; on a poussé l'ignorance jusqu'à donner de la chélidoine au lieu du cétérach. Des pharmaciens ont préparé avec le trèfle des prés, plante de toute innocuité, l'extrait de trèfle d'eau, *Menyanthes trifoliata*, plante éminemment amère et fébrifuge. Souvent l'on a préparé l'extrait de ciguë avec le *Caucalis anthriscus*; aussi les médecins qui prescrivaient l'usage de cet extrait à leurs malades étaient-ils surpris de n'obtenir aucun des brillants succès qu'avait annoncés et obtenus le docteur Stoerk. Un pharmacien de Paris, depuis qu'on avait relevé cette méprise, préparait son extrait de ciguë avec le cerfeuil sauvage, *chærophyllum sylvestre*... Nous tenons d'un médecin digne de foi, qu'il a vu employer la gratiole, *Gratiola officinalis*, dans le cas où l'on avait prescrit des plantes émollientes. On appréciera quelle dut être la différence du résultat, lorsqu'on saura que la gratiole est un des purgatifs les plus violents. »

Le *pharmacien*, lui aussi, en général, néglige peut-être trop la botanique, depuis surtout que la thérapeutique emprunte la plus grande partie de ses agents actifs au *règne minéral*. Pourtant le pharmacien est appelé par l'importance de ses fonctions, qui ne sont pas appréciées ce qu'elles valent, à connaître non-seulement les produits des plantes indigènes, mais encore les médicaments que procurent les végétaux exotiques, ce qui exige de sa part des connaissances positives, fruits d'une longue étude, pour qu'il ne commette aucune

erreur fâcheuse. La diagnose seule des nombreuses espèces de quinquina que nous envoient les forêts brûlantes du Nouveau Monde, et qui ne sont pas, comme les végétaux de nos pays, reconnaissables par l'ensemble de leurs parties, mais simplement par leur écorce ; celle des résines, des gommes, des huiles, des semences de divers noms, dont la médecine moderne a sagement fait d'éliminer la plupart, mais qui n'en figurent pas moins encore dans nos matières médicales, et qu'il est quelquefois si difficile de reconnaître, à cause des sophistications qui les altèrent ou de la substitution de substances à peu près semblables, ne peuvent être que le résultat d'une longue et contentieuse étude. Combien ne lui importe-t-il pas de ne point confondre les produits des végétaux dont le nom a été si longtemps un mystère, et qui, sous une appellation semblable, ont des propriétés diverses ! Telles sont, pour citer un exemple, les écorces d'Angusture fausse ou vraie, dont l'une est un poison et l'autre un fébrifuge, et qui présentent une assez grande similitude, pour qu'il faille des connaissances précises pour les distinguer. Que d'études ne faut-il pas pour connaître la nature et la durée des principes actifs des divers agents médicinaux, leur composition chimique, l'usage qui en est fait dans leur pays natal, leurs succédanés et les préparations nombreuses indiquées dans les diverses pharmacopées ; connaissances sérieuses, complexes, qui constituent toute une science ! Malgré cela, que l'on compte ce qu'il y a aujourd'hui de botanistes sérieux, parmi tant de chimistes distingués, dans la pharmacie où brillèrent autrefois : en Angleterre John Hill, à qui l'on doit un système de botanique; en Allemagne Basile Besler, qui a publié d'importants ouvrages sur les plantes, Weinmann qui a laissé une magnifique iconographie végétale, monument de la science à son époque; et en France, Moïse Charas et Nicolas Lemery, auteurs l'un et l'autre de pharmacopées qui, pour être assurément fort arriérées aujourd'hui, n'en dénotent pas moins beaucoup d'études botaniques.

L'*agriculteur*, sans aller demander aux climats lointains des plantes économiques nouvelles, bien qu'il ne doive pas négliger de se tenir au courant des conquêtes de nos explorateurs modernes, peut encore tirer de la botanique un parti avantageux. Combien de végétaux, délaissés comme indignes des soins de l'homme, pourraient figurer avec orgueil au milieu des plantes économiques qu'il soigne avec la sollicitude d'un père ! La famille des Graminées, si riche en

genres et en espèces divers croissant dans les lieux différents, soit dans les terres humides ou submergées, soit dans les sols arides ou calcaires brûlés par le soleil, à l'ombre des bois, ou bien dans les plaines élevées qu'arrose rarement une pluie bienfaisante, demande à être étudiée avec soin. C'est par la connaissance des conditions de végétation des diverses espèces de cette riche famille, qui donne à l'homme du pain partout, de l'eau-de-vie là où la vigne refuse de produire, et, par les animaux, de la viande, du lait, du beurre, du fromage, de la laine, des cuirs, que l'on peut arriver à améliorer nos prairies artificielles, qui ne produiront plus que des herbes appropriées à la nature du sol.

Pourquoi la plupart des agriculteurs ignorent-ils que la *Glyceria fluitans*, qui croît sans culture dans nos mares, au bord de nos étangs, dans nos fossés inondés, peut leur fournir des graines propres à entrer dans leur régime alimentaire, et qui, moins dédaignées par les peuples de l'Europe orientale, y portent le nom biblique de *manne de Pologne!* Quelques journées de travail pourraient cependant leur procurer une récolte abondante de graines qui, s'ils ne les consommaient pas par eux-mêmes, serviraient à la nourriture de leurs volailles. Pourquoi leurs connaissances se bornent-elles au petit nombre de plantes dont la culture primitive se perd dans la nuit des temps, tandis qu'il faut des siècles pour leur faire accepter les végétaux d'introduction nouvelle, témoin la Pomme de terre qui fut cultivée en Europe au commencement du seizième siècle, et qui, longtemps négligée, ne se répandit que lorsque le vénérable Parmentier, à la fin du siècle dernier, en eut fait connaître les propriétés? Pourquoi dédaignent-ils les plantes qui croissent près d'eux, et parmi lesquelles il en est tant d'utiles? Là ne se borne pas l'application de cette science : la connaissance de la botanique leur apprendrait aussi sûrement que l'analyse, à distinguer les diverses natures de sol au simple aspect de la végétation qui leur est propre; car chaque terrain a sa flore spéciale, et les végétaux qui la composent disparaissent dès que changent les conditions d'existence. En suivant avec attention les diverses apparitions végétales, depuis le sommet des terrains secs et élevés jusque vers les endroits bas et humides, on voit la végétation varier autant de fois que le milieu se modifie, les *Sedum*, les *Arenaria*, les *Gypsophila*, et un grand nombre de Caryophyllées, de Crucifères, telles que des *Thlaspi*, des *Iberis*, des

Alyssum; de Synanthérées, comme les *Crepis*, les *Erigeron*; de Graminées, comme les *Festuca*, les *Bromus*, etc., couvrent les terrains secs et arides; les champs et les moissons présentent, à travers certains genres appartenant aux mêmes familles, des formes spécifiques différentes. Les *Convolvulus*, les *Agrostemma*, les Centaurées, les *Delphinium*, plusieurs espèces de Véroniques, le Mélampyre, les *Anagallis*, les Muscaris, ne se trouvent que dans ces localités restreintes; enfin, à part un petit nombre de végétaux qui ont la propriété de croître partout, on peut reconnaître dans les différentes évolutions végétales la diversité des stations. Les prés qui s'épuisent perdent les plantes qui donnaient à leurs foins des qualités recherchées, pour en nourrir d'autres, parmi lesquelles certaines Renonculacées jouent un rôle très-significatif, indiquant que le sol s'appauvrit et demande le secours de l'homme pour recouvrer les qualités qu'il a perdues. Combien de maladies ont décimé les troupeaux, qui n'étaient dues qu'à l'apparition de végétaux délétères, nés à la suite de l'épuisement de riches et grasses prairies! Ce qui a lieu pour les prés a lieu également pour les champs cultivés; l'insouciance du cultivateur laisse des plantes étrangères se mêler au bon grain et les moissons se surcharger d'éléments nuisibles; tels sont le *Lathyrus Cicera*, le mélampyre, l'ivraie, etc. Avant que la nature de l'ergot du Seigle fût connue scientifiquement, il fallut bien des accidents pour qu'on attribuât à cette production parasite, résultat d'une altération pathologique, ces gangrènes affreuses qui ont répandu la terreur parmi les populations des campagnes. Quand les disettes, devenues heureusement plus rares aujourd'hui, ont fait périr tant d'hommes et d'animaux utiles, à combien de végétaux indigènes aurait-on pu demander des ressources alimentaires? Les racines purgatives de la bryone, qui donnent au lavage une fécule saine et abondante; les racines des massettes, celles du nénuphar, les tubercules des orchis, ceux de l'arum, pouvaient suppléer à cette affreuse pénurie. Parmi les herbes si dédaignées des champs, la morelle, réputée à tort un poison dangereux, la mercuriale, dont l'ébullition fait disparaître les propriétés laxatives, les nombreuses espèces de la famille des Chénopodées, dont les feuilles et même les fruits sont alimentaires; les racines de l'asphodèle et du *Stachys palustris*, les souches de l'*Alisma plantago*, du *Menyantes trifoliata*, et tant d'autres plantes rustiques, pouvaient concourir à soutenir la vie des

malheureux habitants des contrées désolées par la disette, et leur permettre d'attendre des temps meilleurs. Nous négligeons encore le *Bunium bulbocastanum* aux tubercules comestibles, le *Lathyrus tuberosus*, l'*Orobus tuberosus* et le *Trapa natans*, qui pourraient cependant nous rendre des services si nous cherchions à les perfectionner par la culture. On ne parle ici que de la France, si riche en ressources de tout genre, et encore si mal connue sous ce rapport. Que serait-ce donc si nous parcourions les diverses contrées du globe, pour leur demander des végétaux utiles qui conviendraient à notre climat? La Patate, *Batatas*, de la famille des Liserons, est aujourd'hui entrée dans nos cultures, et a déjà produit des graines qui plus tard, sans nul doute, permettront de cultiver cet excellent tubercule comme plante alimentaire usuelle; une nouvelle espèce, la *Patate de Wall*, promet des résultats supérieurs encore; et depuis que la Pomme de terre, à laquelle l'Europe a dû la cessation de ces famines désastreuses qui ont décimé sa population, a été attaquée d'un mal inconnu, on est allé chercher partout des tubercules alimentaires nouveaux. Plusieurs essais, insuffisants encore, ont cependant démontré que nous pourrons un jour associer à la Pomme de terre des végétaux qui, sans la détrôner, rivaliseront d'utilité avec elle. L'Amérique méridionale nous a dotés des *Oxalis crenata* et *Deppii*, dont les tubercules esculents, surtout dans la première espèce, sont d'un goût agréable, et dont les feuilles peuvent remplacer l'Oseille avec avantage, et de la Capucine tubéreuse, dont les racines coniques et peintes de vives couleurs sont comestibles, quoique leur goût ne plaise pas à tout le monde. La *Camassia esculenta*, qui croît spontanément dans l'Amérique du Nord, fournit aux indigènes des tubercules féculents qui servent à leur alimentation. Le *Ssarana*, *Lilium kamtschatcense*, originaire de l'Asie orientale, fournit une fécule abondante, et est un objet de commerce dans la Russie d'Asie; le *Lilium pomponium* est cultivé dans les mêmes régions comme plante alimentaire; le *Calochortus elegans* fournit des racines comestibles aux Indiens de l'Amérique du Nord; l'*Iris esculenta* est une des plus précieuses ressources des habitants de l'Afrique australe. La Glycine tubéreuse, les tubercules du *Psoralea esculenta*, admis à l'honneur d'essais, l'*Ullucus tuberosus*, le *Boussingaultia*, dont les feuilles seules sont comestibles dans notre climat, les Ignames de la Chine, sont dus à des botanistes, à des missionnaires ou à

des navigateurs qui ont cherché à enrichir notre agriculture de plantes alimentaires nouvelles. Si tous les voyageurs étaient ainsi animés d'idées philanthropiques et patriotiques, et s'ils cherchaient à doter leur patrie de végétaux propres à accroître la somme des produits directement consommables, on reconnaîtrait mieux encore les bienfaits de la science ; mais on ne s'en occupe pas assez, et l'industrie agricole en est toujours réduite à réclamer, pour son inépuisable activité, des produits nouveaux. Que la botanique fasse partie de l'instruction générale, et l'on ne tardera pas à voir quels services cette science doit rendre à l'agriculture.

Pourquoi le *filateur* néglige-t-il complétement une étude qui lui apprendrait à connaître les plantes textiles susceptibles de donner des tissus supérieurs aux nôtres en finesse, d'une manipulation ou d'une culture plus facile, et de fournir du linge, des vêtements, des cordes, des voiles, etc., ou encore de simples nattes et des tapis grossiers? S'il était botaniste, il saurait que, dans la famille des orties, la plupart des plantes donnent un fil résistant, et que notre grande ortie fournit une filasse de belle qualité ; que le genêt, qui tapisse les flancs des coteaux privés d'autre verdure, est propre à fabriquer des tissus communs, ou peut fournir à la papeterie des matières premières bien supérieures à la paille et à la pulpe de betterave, supérieures même au coton, qui ne donne qu'un papier mou, poreux et de mauvaise qualité ; il saurait que les malvacées, qui comptent déjà parmi les végétaux textiles le cotonnier, sont toutes susceptibles de subir une préparation qui les rend propres aux arts textiles : tels sont les *Althæa*, les *Sida*, les *Napæa*, les *Thespesia*, les *Hibiscus*, etc. L'écorce des *Sterculia* est propre à faire des cordes. Dans les deux familles voisines, les bombacinées et les byttnériacées, on trouve encore des plantes textiles ; pourtant le coton des *Bombax* n'est pas utilisé, bien qu'il mérite de l'être. Dans la famille des caprifoliacées, le *Lonicera xylosteum*, si commun chez nous, sert à faire des tissus et des cordes, et l'on trouve dans l'écorce du *Leycesteria formosa* une filasse soyeuse et brillante. Les tiliacées ont une écorce fibreuse employée seulement à la fabrication des cordes à puits : des préparations plus minutieuses la rendraient propre sans doute à jouer dans l'art textile un rôle moins humble. Les aigrettes soyeuses qui entourent, comme d'un duvet protecteur, les semences de plusieurs espèces d'apocyns, dont une, l'*Apocynum cannabinum*,

fournit une bonne filasse ; la soie de l'*Eriophorum*, de la famille des cypéracées; le coton des peupliers, parmi les amentacées; les fibres des feuilles de *Phormium*, végétal que nous a envoyé la Nouvelle-Zélande, et dont nous n'avons jusqu'à ce jour tiré aucun parti, parmi les liliacées; celles des agavés, parmi les amaryllidées ; du *Chamærops*, parmi les palmiers ; du bananier, parmi les musacées; les *Stipa* et les *Lygeum*, parmi les graminées, etc., sont certes capables de prouver que, si l'on étudiait les plantes textiles dans toute la série végétale, on trouverait que partout la nature nous offre des végétaux propres à faire des tissus et des vêtements. Il n'est pas jusqu'au *Lagetta lintearia*, ou bois-dentelle, dont les couches fibreuses de l'écorce, autrement le *liber*, à mailles distantes entre elles avec régularité, ressemblent à une dentelle, qu'on n'utilise et qui ne serve à faire des objets de toilette, depuis les Philippines jusqu'aux Antilles. Que de produits nouveaux ne trouverions-nous pas si nous voulions les chercher, non pas avec l'empressement aveugle de l'empirisme, mais avec la froide maturité de l'homme de science, qui se sert de ses longues études comme d'un flambeau pour le guider à travers le dédale des manifestations végétales!

Le *teinturier* a-t-il demandé aux différentes plantes de notre patrie des substances tinctoriales? Tous savent-ils que la tige et les feuilles de la coronille des jardins, celles de la mercuriale vivace, les racines de la vipérine fournissent une couleur *bleue*? Et pourquoi ne chercherait-on pas à remplacer par des végétaux indigènes la teinture fournie par l'indigotier, et qui nous a fait abandonner la culture du pastel? Savent-ils qu'ils peuvent obtenir une belle couleur *jaune* des racines de l'épine-vinette et des sommités du *Datisca cannabina*, qui fournit une teinture aussi solide et plus brillante que la gaude; des extrémités fleuries de la pomme de terre, de la fleur du narcisse des bois, de l'écorce de l'*Agnus castus*, de l'alaterne, de l'aubépine, du charme; que le tabouret, cette petite crucifère qui croît partout et envahit les champs depuis la fin de l'hiver jusqu'à ce que la terre soit durcie par les gelées, que le passerage, l'épervière, l'*Ilex crocea*, les baies du *Prinos verticillata*, fournissent une teinture solide ; qu'il peut demander du *vert* à la scabieuse des bois, à la prunelle, au cerfeuil sauvage ; du *rouge* au *Lithospermum officinale*, au *Staphylea pinnata*, à la piloselle, au merisier à grappes; du *gris* à la busserole, aux sommités de l'airelle et de la pomme de terre ; du *brun* à la

racine du fraisier et de la lysimachie, aux tiges feuillées du marrube noir, de l'aristoloche clématite, du thuya, etc.; du *noir* au lycope des marais, à la *Scutellaria galericulata*, aux racines de scorsonère, qui sont revêtues d'une écorce d'un noir intense? Et toutes ces ressources, qui, si elles ne servent pas directement aux hommes de l'art, peuvent être utiles aux habitants des campagnes éloignées des grands centres et qui font eux-mêmes des teintures grossières, restent inconnues parce qu'on n'étudie pas la science qui seule peut les propager.

Les *fabricants de couleurs* pourraient tirer des bleus, si chers quand ils sont beaux, des fleurs des commelines, et du vert des feuilles de colchique. Le *Polygonum tinctorium* et le *barbatum* contiennent de l'indigo qui mérite d'en être extrait, puisqu'ils en donnent un trente-deuxième de leur poids en feuilles; le *Justicia purpurea* donne également du bleu, et le *tinctoria* du rouge; le *Bignonia chica* fournit une couleur jaune d'ocre. Enfin, les couleurs d'une partie des plantes tinctoriales sont susceptibles d'être fixées, et de fournir à la peinture des tons multipliés à l'infini, lesquels sont autant de nouvelles ressources pour les artistes.

Le *forestier* se contente de connaître les essences des forêts de France et ne va pas plus loin, tandis qu'il y a tant d'arbres d'une qualité supérieure et d'une croissance plus rapide que certaines espèces indigènes, qui pourraient venir y prendre place. Que sont devenus les arbres précieux étudiés avec tant de soin et d'intelligence dans les forêts de l'Amérique du Nord par M. Michaux? Quels sont ceux qui sont entrés dans notre sylviculture? Qu'a-t-on tiré des voyages de Douglas et d'Hartweg dans la Californie, si riche en arbres verts, dont beaucoup pourraient croître chez nous, et se substituer avec le temps aux espèces ingrates et rabougries que nous cultivons presque à regret? Pourquoi le vernis du Japon, qui décore aujourd'hui nos promenades et s'élance en colonne d'une rectitude irréprochable jusqu'à une hauteur prodigieuse, n'a-t-il pas remplacé quelques-unes de nos essences de bois blanc, lui qui a le bois plus résistant, et qui croît bien plus vite? Qu'a-t-on fait du cyprès distique, dont l'importation fit tant de bruit parmi les savants, et qui eut les honneurs d'une série d'articles élogieux oubliés depuis longtemps? Pourtant nos constructions civiles et militaires auraient besoin de bois qui joignissent à une croissance rapide la plus grande

somme possible de ténacité. Avec des études botaniques complètes et consciencieuses, cette lacune serait bientôt remplie.

Les *ébénistes*, en quête de bois à grains fins, de couleurs, de veinures agréables à la vue, et qui en font venir à grands frais de l'étranger, pourraient, en étudiant nos arbres indigènes, s'affranchir d'un tribut onéreux, qui a, en outre, l'inconvénient non moins grave de faire sortir du pays un numéraire que l'on pourrait y conserver. Pourtant plusieurs essais ont été faits et ont prouvé jusqu'à quel point il serait facile de s'affranchir des importations étrangères. Que serait-ce, si l'on introduisait chez nous les arbres aux bois fins et colorés qui pourraient suffire à tous nos besoins? Pourquoi ne voyons-nous pas des meubles en prunier ou en if, qui se rapprochent de l'acajou? L'orme tortillard est peut-être même plus accidenté que ce dernier. Et quand nous sommes riches surtout en bois poreux, qui sont propres à prendre toutes les teintures, nous allons, par un reste de préjugé qui n'accorde de mérite qu'aux produits des pays étrangers, chercher au dehors ce que nous pourrions avoir chez nous, sans peines et sans frais.

Les *plantes économiques*, celles dont les usages spéciaux ou variés se prêtent à nos divers besoins, sont encore très-nombreuses; mais les essais sont restreints, faute de connaissances suffisantes ; et quand ils ont réussi, il est difficile de les introduire dans la culture ou de les faire pénétrer dans l'industrie. L'écorce du tilleul, celle du saule, de l'orme, de l'osier, de la guimauve, de l'ortie, du houblon, peuvent donner un papier de bonne qualité, et ces plantes sont certes assez communes pour qu'on ne craigne pas que le produit manque à la demande ; les filaments feutrés des conferves peuvent encore servir à faire des papiers d'emballage, et nos eaux fourniraient assez de matières premières pour subvenir à une partie des besoins du commerce.

Les graines d'un grand nombre de plantes fournissent de l'huile propre à entrer dans l'alimentation ou à servir à l'éclairage. Le *Madia sativa*, qui en n'occupant la terre que cent jours fournissait une huile abondante et propre à des usages variés, a été l'objet de quelques expériences, puis délaissé. Les glands du *Quercus phellos* réunissent à l'avantage de donner des fruits édules une huile fort estimée, et ce chêne réussirait chez nous, dans nos départements méridionaux.

Les pepins du raisin contiennent une huile verdâtre et douce, qui pourrait trouver son emploi dans l'économie domestique ou l'industrie ; pourtant, chaque année, les pepins qui sortent de nos cuviers par milliers de quintaux, sont jetés sur la voie publique, comme entièrement dénués d'usage, ou entrent, dans quelques pays, et cela avec un médiocre profit, dans la nourriture du bétail ; le soleil aux fleurs gigantesques, et qui fournit tant de graines, pourrait prendre place parmi nos plantes oléifères, ainsi que le *Galeopsis tetrahit ;* mais toutes sont négligées, et nous préférons nous en tenir à la culture du colza, qui occupe la terre pendant dix-huit mois et ne résiste pas toujours aux rigueurs de l'hiver.

Le *parfumeur* et le *distillateur* doivent connaître les odeurs que peuvent, dans leur immense variété, fournir les végétaux des diverses familles ; elles offrent, malgré leur similitude, des nuances souvent délicates, et beaucoup de plantes peuvent être substituées les unes aux autres, témoin le *Pelargonium* à odeur de rose, qui est devenu l'objet d'une spéculation avantageuse. Nous avons encore, parmi les odeurs suaves qui rappellent celle de la rose, le *Sedum rhodiola* et le bois de *Convolvulus scoparius;* l'odeur de vanille se retrouve très-prononcée, et susceptible d'être séparée, dans l'enveloppe de l'avoine noire. L'odeur caryophyllée, qui est celle du clou de girofle, se trouve non-seulement dans l'œillet, mais encore dans les racines de l'*Acorus calamus*, de la benoîte et du souchet ; les labiées ont une odeur balsamique citronnée ou camphrée ; les ombellifères ont une odeur forte, mais souvent agréable ; les fleurs et toutes les parties des synanthérées sont également pénétrées d'une odeur aromatique, dont l'exagération est quelquefois portée jusqu'à la fétidité ; les orchidées et les liliacées portent des fleurs souvent fort aromatiques. Le parfumeur peut encore substituer au fard en usage celui que fournissent les fruits des *Rivina humilis* et *purpurescens*, et qui est d'un ton plus agréable. La gomme de l'*Uraria japonica* sert à lisser les cheveux, et pourrait remplacer avec avantage le mucilage des pepins de coing. En un mot, à une époque comme la nôtre, où le caprice de la mode oblige à chercher constamment du nouveau, l'industriel peut tirer parti de connaissances botaniques qui le mettront à même de lire avec succès les livres de science, et lui épargneront des recherches dénuées de méthode absorbant souvent beaucoup de temps et d'argent. De combien de variétés de saveur

le *distillateur* ne pourrait-il pas en outre tirer parti? Ajoutez à cela l'importance qu'il y aurait pour lui de savoir où prendre les substances sapides, et celle non moins grande d'apprendre à se défier des familles qui cachent le poison sous une apparence agréable. Pourquoi le distillateur n'utilise-t-il pas les feuilles du *Convolvulus dissectus* pour préparer une eau de noyau de fort bon goût, l'écorce des racines du tulipier, les fleurs du magnolia, l'écorce du *Drymis,* les fleurs du *Mammea americana,* etc., pour aromatiser les liqueurs?

Combien d'autres professions ne tirent pas et pourraient tirer du règne végétal des matières premières dont la mise en œuvre enrichirait leur industrie!

Les *voyageurs* appelés par le charme irrésistible des pérégrinations, ou les nécessités de leur profession, à visiter les pays étrangers, luttent souvent, faute de connaître la botanique, contre les tortures de la faim ou les douleurs de la maladie, quand ils ont autour d'eux les moyens de prévenir tous ces maux. Retenus par une appréhension naturelle, ils n'osent ni cueillir un fruit, ni arracher une racine : car ils craignent que le poison qui tue ne soit caché sous l'apparence la plus propre à inspirer la sécurité. De quelles ressources comme de quels dangers le voyageur n'est-il pas entouré quand il parcourt les riches climats de l'Inde ou les forêts vierges du Nouveau Monde, régions où nulle plante n'est inerte, où toutes sont au contraire douées de propriétés utiles ou funestes! Si la faim le presse, brisera-t-il de ses dents la noix de l'*Anacardium* qui renferme, sous son enveloppe de cuir imbibée d'une huile âcre et corrosive, une amande d'un goût exquis, s'il ne sait d'avance que cette liqueur caustique semble là pour défendre le fruit contre ses attaques audacieuses? Pourra-t-il deviner qu'au sommet de l'*Areca oleracea* se trouve un bourgeon d'une saveur délicieuse, et qui peut servir à apaiser sa faim; mais que la nature l'a placé au faîte de cette colonne vivante, loin des atteintes de l'homme capable de sacrifier souvent à la sensualité l'arbre qui a bravé les orages pendant un demi-siècle? Qui lui apprendra que la racine empoisonnée du *Manihot* contient une fécule alimentaire, lorsqu'une main experte sait en exprimer le suc délétère; que les pétioles gigantesques du *Ravenala* de Madagascar, que les petites urnes terminales des *Nepenthes* ou les feuilles en godet des *Sarracenia*, contiennent une eau limpide propre à étan-

cher sa soif; qu'enfin, partout où il portera ses pas, il trouvera dans le règne végétal l'aliment qui soutient la vie, le médicament qui ranime la santé et le poison qui tue?

En dehors de ces applications, qui ont toutes pour objet l'utile ou l'agréable, il y a dans la connaissance de la Botanique, outre le charme qui s'attache à son étude, une utilité incontestable pour le simple amateur. Combien n'arrive-t-il pas chaque année d'accidents terribles, par suite de l'ignorance des notions élémentaires de cette science! Tantôt ce sont des gastronomes ou d'imprudents promeneurs qui récoltent dans nos bois des champignons parés de riches couleurs et d'une apparence d'innocuité propre à rassurer les plus timorés, mais recélant un poison terrible, dont les rapides effets ne sont pas arrêtés par des soins empressés; d'autres fois, les jolies fleurs d'aconit ont servi à orner une salade, et ont causé, avec d'affreuses douleurs, la mort de ceux qui en ont mangé. La petite ciguë, confondue si facilement avec le persil, et qu'il ne faut qu'un peu d'attention pour reconnaître, cause des accidents d'autant plus graves, qu'elle croît spontanément dans nos jardins. Les baies noires et vernissées de la belladone, qui ressemblent à de grosses cerises, sont presque constamment mortelles; les fleurs du pêcher sont purgatives; les amandes des fruits charnus qui figurent sur nos tables peuvent produire de graves accidents si l'on en mange une certaine quantité, à cause de l'acide prussique qu'elles contiennent; la violette, quoique douée d'une douce odeur, est vomi-purgative; les fleurs des beaux narcisses qui décorent, soit nos jardins, soit nos appartements, sont émétiques et même vénéneuses; les souches des iris sont hautement purgatives; les rhododendrons, les azalées, les kalmia, sont doués de propriétés perfides; les lobélies, aux fleurs éclatantes, sont d'une causticité dangereuse, quoique les campanules soient inoffensives. Et l'on ignore tous ces détails, qui ne sont rien quand on vit loin des jardins, mais qui trouvent toujours désarmé et sans défense celui auquel survient un accident dont la cause est inconnue. Aujourd'hui surtout que le goût des jardins est très-répandu, combien n'importe-t-il pas de connaître au moins les généralités d'une science qui apprend ce que sont des plantes avec lesquelles on est en rapport permanent?

DIVISIONS DE LA BOTANIQUE

La Botanique se compose de plusieurs branches qui peuvent être l'objet d'études distinctes, et qui constituent dans leur ensemble la science végétale.

Le savant Achille Richard, dont le père, Marie Richard, avait lui-même été un botaniste éminent, divisait la science dont nous nous occupons en : 1° BOTANIQUE PROPREMENT DITE, subdivisée en *Glossologie* (du grec γλῶσσα, mot, langue ou langage, et λόγος, discours), ou connaissance des termes propres à désigner les différents organes des plantes et leurs nombreuses modifications; *Taxonomie* du grec τάξις, ordre, méthode, et ὄνομα, nom, ou νόμος, loi, règle), ou application des lois générales de la classification au règne végétal; *Phytographie* (du grec φυτὸν, plante; γράφω, je décris), ou art de décrire les plantes, c'est-à-dire de faire connaître, par l'emploi de termes techniques, les caractères généraux ou particuliers propres à distinguer un végétal de tous les autres; — 2° PHYSIQUE VÉGÉTALE, ou Botanique organique, subdivisée en : *Organographie* (du grec ὄργανον, organe, et γράφω, je décris), ou description des organes, de leur forme, de leur position, de leur structure et de leurs connexions; *Physiologie végétale*, ou étude des fonctions propres à chacun des organes, et dont l'ensemble constitue la vie; *Pathologie végétale*, enseignant les diverses altérations ou maladies qui peuvent affecter les végétaux; — 3° BOTANIQUE APPLIQUÉE, laquelle branche de la botanique générale s'occupe des rapports qui existent entre l'homme et les végétaux, et se subdivise en : *Botanique agricole*, ou application de la connaissance des végétaux à la culture et à l'amélioration du sol; *Botanique médicale*, ou application des connaissances botaniques à la détermination des végétaux qui peuvent être employés dans l'art du médecin et du pharmacien; *Botanique économique* ou *industrielle*, laquelle a pour objet de faire connaître l'utilité des plantes dans les arts ou dans l'économie domestique.

Payer, plus récemment, a divisé l'étude de la botanique en : 1° ORGANOGRAPHIE VÉGÉTALE, branche devenue une véritable science, dit-il, grâce aux travaux de De Candolle et d'Auguste Saint-Hilaire; — 2° ANATOMIE VÉGÉTALE, science qui dut son origine à l'Anglais

Grew et à l'Italien Malpighi, dans le courant du dix-huitième siècle; — 3° ORGANOGÉNIE VÉGÉTALE, branche qui a été créée par Mirbel au commencement de notre siècle; — 4° PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE, branche la moins avancée, selon Payer, de toute la science botanique, malgré les travaux des Saussure et des Hales; — 5° TÉRATOLOGIE (du grec τέρας, τέρατος, prodige, et λόγος, discours) VÉGÉTALE, ou traité des phénomènes, des difformités des végétaux; — 6° PATHOLOGIE (du grec πάθος, affection, maladie, et λόγος, discours) VÉGÉTALE, ou maladies des plantes; — 7° PHYTOGRAPHIE, ou description des plantes; science dont Linné posa les premières règles; — 8° GÉOGRAPHIE BOTANIQUE, ou connaissance du sol et des climats qui conviennent aux plantes et des lois qui président à leur distribution sur la surface du globe; 9° BOTANIQUE APPLIQUÉE, appelée aussi par quelques auteurs TECHNOLOGIE (du grec τέχνη, art, et λόγος, discours), ou histoire des usages auxquels peuvent être appliquées les diverses parties des plantes; — 10° BOTANIQUE FOSSILE, ou description des empreintes des végétaux, pour la plupart disparus, que l'on retrouve sous les diverses couches de notre globe.

Ces deux manières de diviser la science botanique se complètent l'une par l'autre plutôt qu'elles ne s'excluent.

Mais, pour n'entrer ici que dans l'appréciation de quelques-unes des principales divisions des deux maîtres que nous venons de nommer, nous dirons :

L'ANATOMIE VÉGÉTALE fait connaître la structure intime des organes qui entrent dans la composition des plantes; c'est l'étude des tissus élémentaires. Elle montre que les végétaux inférieurs ont une structure beaucoup plus simple que ceux d'un ordre plus élevé; que les algues, les champignons, les lichens, ne sont composés que d'un seul tissu, le tissu cellulaire; tandis que dans les fougères, les palmiers, les chênes et tous les arbres de nos forêts, on trouve, outre ce tissu cellulaire, les tissus fibreux et vasculaire diversement agencés pour constituer les organes composés : racines, tige, feuilles, fleurs et fruits.

L'ORGANOGRAPHIE apprend quelles sont la forme, la couleur, la dimension et la symétrie de ces différents organes, sans se préoccuper des fonctions.

La MORPHOLOGIE (du mot grec μορφή, forme, λόγος, discours), n'est autre que l'organographie expliquée par les transformations auxquelles sont soumises les parties des végétaux.

La physiologie végétale est la science appliquée aux fonctions; c'est l'étude la plus élevée, la plus profonde et celle qui exerce par-dessus tout la sagacité des savants. Là l'organe n'est plus qu'un simple appareil, dont la fonction est l'objet d'une recherche spéciale; et de combien de mystères est entourée la vie de ces êtres si frêles, que le matin voit naître et le soir mourir! Que de problèmes insolubles encore dans le vaste champ de cette science! C'est que dans les infiniment petits le secret de la vie est aussi profondément enfoui que dans l'être le plus développé, et l'on ne connaît pas mieux le phénomène d'intussusception de la molécule qui compose la conferve, le nostoc, les oscillaires, que le système compliqué de la vie du chêne ou du baobab. Qui croirait que dans une surface de quelques millimètres carrés se trouvent accumulés tant de faits divers et tous si admirables, que la vie de l'homme s'use vainement à les étudier? La *physiologie végétale* est la science par excellence; sans elle, le reste n'est qu'un dédale où se perd l'observateur. C'est le fil conducteur qui lui sert de guide dans cet immense labyrinthe : aussi tous les hommes qui se sont fait en science un nom durable, ont-ils fourni à la connaissance des fonctions de l'être végétal quelque lumière de plus que leurs prédécesseurs. C'est souvent aussi, il est vrai, la science des conjectures; et bien des systèmes ingénieux, des théories pleines de subtilité, sont sortis de cette étude; mais il y a, même dans ces erreurs séduisantes, un enseignement qui profite à la science et indique l'écueil qu'il faut éviter. Avouons cependant que c'est sur le terrain de la physiologie végétale que les savants se livrent les plus rudes combats. La passion vient trop souvent se mêler à ces paisibles recherches; mais elle fait couler plus d'encre que de sang, et ces disputes sont à la vraie science ce qu'est le choc de deux petits cailloux d'où sort l'étincelle qui produit la lumière.

La glossologie ou terminologie, quoique moins savante, forme cependant dans cette science une partie importante; car elle fixe avec précision la valeur des termes dont se sert le botaniste descripteur. C'en est, il faut l'avouer, une des parties les plus confuses : chaque auteur se fait une terminologie spéciale; de là l'anarchie qui règne dans la science des termes. C'est au reste l'apanage des petits esprits; tous les hommes qui ont vu la science de haut ne se sont pas amusés à créer inutilement des mots qui viennent grossir sans nécessité les dictionnaires de botanique, déjà assez volumineux. Mais la *glossolo-*

gie, si simple lors de la création de la science, sous l'inspiration de maîtres vénérés de leurs disciples, s'est enrichie à mesure que les écoles ont surgi et se sont posées en rivales. Il faut donc aujourd'hui, malgré ce qu'il y a de fastidieux dans l'étude de cinq à six mille mots, en connaître une partie pour lire les ouvrages de science pure. Les novateurs inintelligents croient avoir beaucoup fait en multipliant le nombre des termes botaniques; que les jeunes amateurs de botanique se prémunissent contre cette maladie, qui fait prendre pour de la vraie science l'expression nouvelle ou prétentieuse.

La PHYTOGRAPHIE est cette autre partie de la science à laquelle la *glossologie* sert d'auxiliaire; c'est elle qui décrit le végétal de manière à le faire reconnaître entre tous, et c'est, dans la botanique, une étude d'une haute utilité; mais, aride et sèche, elle exige des connaissances très-précises, pour que la description réunisse les conditions voulues, c'est-à-dire pour qu'elle soit concise et indique la caractéristique réelle du végétal décrit. C'est à la phytographie que se rattache la *nomenclature*, appelée encore *onomatologie*, sur laquelle nous aurons à revenir pour en faire comprendre l'utilité et en indiquer la confusion. Aujourd'hui que la science a des milliers d'adeptes, et que les végétaux ont été trouvés simultanément par des voyageurs appartenant à des nations différentes, ou qui n'étaient pas assez au courant de la science pour connaître les êtres nouveaux dont elle s'était enrichie, la *synonymie*, ou la connaissance des noms divers donnés à un même végétal, compose seule un gros volume où certaines plantes ont souvent plus de vingt noms, sans compter les noms vulgaires. Pour beaucoup, c'est un jeu que de changer le nom d'une plante; mais en science sérieuse, c'est un grave délit, car la confusion arrive alors à son comble.

La PHANÉROGAMIE (du grec φανερὸς, évident, visible, et γάμος, noce) est l'étude des *phanérogames*, c'est-à-dire des végétaux dont les organes de reproduction sont manifestes, visibles, et la CRYPTOGAMIE (de κρυπτὸς, caché, et γάμος, noce) l'étude des *cryptogames*, c'est-à-dire des végétaux dont les moyens de reproduction sont cachés; elles forment les deux grandes divisions de la *phytographie*.

La TAXONOMIE discute les espèces, les genres, les familles, et les classe méthodiquement. C'est une des plus savantes parties de la science, en ce qu'elle comporte une connaissance précise des diverses branches qui précèdent.

Le *système*, si important pour arriver à la connaisance des noms d'un végétal qu'on trouve pour la première fois ; la *méthode*, ou la *classification* d'après les principes philosophiques de la science, qui a illustré chez nous les Jussieu, les Adanson, les De Candolle, les Richard, sont du domaine de la *taxonomie*.

Après la botanique scientifique vient la BOTANIQUE APPLIQUÉE, sans laquelle la première ne serait qu'une étude stérile, et qui peut se diviser en *botanique médicale, industrielle, économique, agricole, forestière* et *horticole*. Elle sert de flambeau et de guide, par les dissemblances ou les analogies, dans le choix qu'on doit faire de tel ou tel végétal pour notre utilité. Aussi la botanique appliquée est-elle plus universelle encore que la zoologie, et se trouve-t-elle mêlée à notre vie tout entière : c'est pourquoi l'étude de cette science est d'un si puissant intérêt. Mais dans le domaine de la pratique, c'est une science nouvelle, que l'empirisme guide plus souvent que la synthèse, bien qu'elle puisse tirer de cette dernière les lumières qui lui manquent.

La BOTANIQUE MÉDICALE étudie les propriétés des végétaux dans leurs rapports avec l'art de guérir ; et le thérapeute, devenu moins dédaigneux depuis que l'étude des principes actifs des plantes a été mieux comprise, emprunte au règne végétal de nombreux adjuvants. Il n'est pas un végétal qui n'ait quelques vertus : les uns, pleins d'un suc doux et nourrissant, font les délices de nos festins, et figurent sur la table du riche aussi bien que sur celle du pauvre ; d'autres, dans lesquels le sucre est mêlé à des principes acides, enlèvent la soif ardente que cause la fatigue ou qu'engendre la fièvre ; quelques-uns, doués d'une amertume très-développée, relèvent les forces digestives et donnent du ton aux organes ; certains, âcres, corrosifs, enflamment les tissus et causent la mort ; d'autres, trop communs toujours, contiennent des principes délétères qui éteignent la vie avec la rapidité de la foudre, et ne laissent presque nulle trace de leur passage ; et ces végétaux, salutaires ou terribles, croissent au milieu de nous, presque sous nos pas.

La BOTANIQUE INDUSTRIELLE apprend à l'industrie quelles sont les matières premières qu'elle peut mettre en œuvre pour la filature, la teinture, les constructions terrestres et navales.

La BOTANIQUE ÉCONOMIQUE OU MÉNAGÈRE fait connaître l'usage des végétaux qui peuvent être employés à l'alimentation de l'homme et des bestiaux.

La BOTANIQUE AGRICOLE enseigne les règles simples et rationnelles de la culture ; apprend aux cultivateurs à perfectionner les végétaux, à augmenter ou à développer leurs propriétés utiles, ou à atténuer leurs qualités nuisibles ou repoussantes ; pour faire produire au sol tout ce qu'il peut donner, elle s'éclaire de la chimie qui fait connaître expérimentalement les influences réciproques des végétaux sur le sol et sur les animaux ; enfin elle enrichit l'*agriculture* de ses découvertes, multiplie les espèces utiles, et va demander à tous les climats des végétaux qui servent à l'alimentation de l'homme et des animaux, et aux divers besoins de la vie. La *botanique agricole* peut contenir la *viticulture,* ou art de cultiver la vigne.

La SYLVICULTURE est l'art d'entretenir les forêts, de connaître les arbres en général dans leur nature, leur essence, leur meilleur usage et leur meilleur emploi, ainsi que les moyens de les approprier au sol qui leur convient et d'en propager les espèces.

La BOTANIQUE HORTICOLE et l'HORTICULTURE proprement dites concernent l'art de cultiver les jardins, de varier les fleurs, d'en augmenter le nombre, de cultiver les arbres fruitiers et d'en obtenir de plus beaux produits. L'*horticulture* parcourt aujourd'hui toutes les régions, et les dépouille de leurs richesses florales pour en embellir nos jardins, et de leurs végétaux utiles pour en enrichir notre agriculture. Une fleur, une plante alimentaire nouvellement introduite, nouvellement obtenue, est non-seulement une parure, une cause d'orgueil, elle est une richesse pour son heureux propagateur, et plus tard pour le pays entier.

Tout appelle donc dans cette science si aimable de la botanique l'intérêt de l'homme ; utilité, agrément, y sont étroitement unis.

PRINCIPES POUR ÉTUDIER

On manque, en général, d'indications méthodiques pour l'étudier avec fruit : on s'est trop souvent borné à l'étude analytique ; les livres élémentaires, les cours, ceux même professés par les hommes les plus éminents dans la science, ont l'inconvénient de n'enseigner que des détails de glossologie avec quelque peu de taxonomie et d'organographie, parce que la méthode purement analytique est celle qui est rigoureusement adoptée. Il semblerait qu'on recule

devant la tâche de s'élever jusqu'aux généralisations, qui sont pourtant bien préférables, en ce qu'elles agrandissent l'intelligence, que rapetisse toujours l'analyse quand elle est la seule méthode suivie. Aussi, voit-on un très-petit nombre d'élèves sortir des cours, botanistes dans le sens philosophique du mot; et parmi ceux qui persistent dans cette étude de mots et de noms, la plupart deviennent de simples descripteurs ou de futiles disséqueurs d'espèces. On est encore convaincu, ce qui est radicalement faux, qu'on ne peut être botaniste qu'à la condition de connaître le plus de plantes possible, et de s'être plongé dans le dédale des diagnoses spécifiques. Oui, certes, il est important, très-important même, de connaître un grand nombre de types végétaux, parce que les points de vue se multiplient avec les objets de comparaison; mais ce qu'il faut posséder avant tout, pour être vraiment botaniste, c'est le sens de l'énigme de la végétation; et pour cela, il faut que le règne végétal soit vu de haut et pour ainsi dire à vol d'oiseau, au lieu d'être minutieusement étudié brin à brin. Aucune branche de la science ne gagne à l'étude analytique pure, car l'analyse fait perdre le sentiment de la synthèse; et qu'est-ce qu'une science qui n'a pas de synthèse, d'idéal? Elle se traîne péniblement de recherches en recherches, qui viennent grossir sans profit des traités trop longs déjà; et, faute d'un criterium qui serve de base à toute la science, on est, comme en chimie, obligé de l'étudier à nouveau tous les deux ou trois ans, parce que la langue en a changé, et qu'une autre théorie, aussi peu vérifiée que la précédente, est venue y apporter la confusion au lieu de la lumière. Il est vrai de dire que la science analytique, empirique même, n'a pas empêché les applications, les découvertes utiles; mais, pour arriver à un résultat, il faut faire de la science, non pas seulement une étude, mais une profession, et jamais ses principes n'entrent, pour une part quelconque, dans cette admirable synthèse des connaissances humaines qu'on appelle philosophie. La botanique, certainement, est difficile à saisir dans son ensemble, car elle échappe par la mobilité de ses manifestations à toute systématisation générale que viennent corroborer les faits; c'est pourquoi, après avoir constaté l'ascendance des trois grandes classes, les acotylédones, les monocotylédones et les dicotylédones, nous ne savons plus où une classe finit et où l'autre commence; c'est pourquoi nous voyons Laurent de Jussieu terminer ses familles végétales par les *Amentacées*, en se fondant sur les formes

arborescentes absolues de ce groupe et sur la séparation des sexes; De Candolle, qui a adopté une méthode inverse, commencer par les êtres les plus complexes, et mettre à la tête de ses familles les *Renonculacées;* Endlicher finir par les *Mimosées*, rameau de la grande famille des légumineuses; M. Adrien de Jussieu, par les *Composées*, à cause des soudures si nombreuses dans cette immense famille, et la réunion des organes par soudure lui paraissant le plus haut degré de perfection. En un mot, quand il s'agit de grouper naturellement les végétaux, les opinions deviennent divergentes, car le véritable signe de la plus grande perfection nous est encore inconnu; c'est ce qui rend cette science plus obscure que la zoologie. Nous avons, pour classer les animaux, le système nerveux et le système circulatoire, que nous voyons réellement se perfectionner en s'élevant de groupe en groupe, tandis que nous n'avons pas pour les plantes cette même ressource. C'est justement cette incertitude qui donne à la science un nouvel attrait et sert d'aliment incessant à l'activité du penseur, qui interroge tous les phénomènes pour en découvrir le sens, aussi bien que du simple contemplateur, qui se contente de déductions plus vagues; et nous ne pouvons prévoir l'époque où le mystère de la vie végétale cessera pour nous. Cette obscurité ne nous empêche pas de synthétiser la science; mais nous ne devons regarder la synthèse que comme un moyen de relier les faits entre eux, et comme une méthode destinée à en faciliter l'étude.

Examinons maintenant le but que semble se proposer le novice qui veut préluder à l'étude de la botanique. Il prend une Flore locale, rarement précédée de considérations élémentaires sur le règne végétal, et écrite dans une langue qu'il ne connaît pas et qui devient chaque année plus riche en mots et plus pauvre en idées : véritable grimoire pour quiconque n'en a pas la clef. Elle remplace les études préliminaires essentielles par d'ingénieux moyens d'arriver à la connaissance du nom d'une plante; c'est un problème dont la solution, facile quelquefois, souvent entourée de difficultés inextricables, et qui n'exige qu'une analyse superficielle, a pour résultat final de faire connaître un nom, rien qu'un nom. Cela fait, l'élève passe à une autre plante, de celle-là à une troisième, et ainsi de suite, tant qu'il lui reste de patience et de vide dans l'esprit. Il vaudrait mieux qu'il se promenât chaque jour une heure dans un jardin de botanique; il y acquerrait au moins, avec le nom des végétaux, le sentiment des

analogies naturelles; mais c'est un moyen inusité. Si l'élève a l'esprit porté à la synthèse, cette fastidieuse étude l'ennuie, et il laisse là la science; si au contraire il se complaît dans les détails minutieux, il se jette dans l'étude des différences spécifiques, et, une fois dans ce labyrinthe, il perd le sentiment de l'ensemble et se trouve réduit à l'état de simple nomenclateur. S'il est tombé plus bas encore dans l'étude inintelligente de la science, il fait des herbiers, sèche, étale, colle, étiquette, et il travaille vingt ou trente années sans être devenu botaniste. L'élève du cours sait plus de *glossologie* et moins de *phytographie;* mais de botanique, peu ou point.

Une autre lacune regrettable au point de vue général, c'est que l'étude de la botanique est scindée; et parmi les botanistes de profession, il en est peu qui cultivent à la fois la *Cryptogamie* et la *Phanérogamie*. Pourtant, la première de ces deux divisions de la phytographie présente l'introduction la plus complète que l'on puisse donner à la *philosophie botanique*, et l'on ne peut même pénétrer avec quelque succès les mystères de l'anatomie et de la physiologie végétales qu'en s'élevant, dans l'échelle phytologique, du simple au complexe, comme cela a lieu en zoologie, sans avoir besoin pour cela d'étudier dans tous leurs détails les nombreux individus de la cryptogamie, mais en suivant les différentes transformations qu'ils présentent, en passant du simple au composé; car, plus que les phanérogames, ils permettent de suivre le perfectionnement successif des formes.

Le but que doit se proposer tout auteur botaniste, est d'initier l'élève à la connaissance des phénomènes généraux du règne végétal, et de le mettre à même d'en connaître l'ensemble; ce qui lui servira, dans le cas où il ne voudrait pas poursuivre plus loin ses études en sciences naturelles, d'initiation première à l'étude de la philosophie de la nature, entièrement ignorée des hommes de spéculation pure, qui se replient sur eux-mêmes dans le silence du cabinet, pour créer, suivant la fantaisie de leur cerveau, un monde qui ne ressemble en rien à celui que nous avons sous les yeux : de là le désaccord qui existe entre les naturalistes et les philosophes. Si l'élève veut, au contraire, pénétrer plus profondément dans la science, il descendra des faits généraux aux détails; mais il aura toujours pour *criterium* la synthèse de la science, et elle lui servira de phare dans ses études, quelque minutieuses qu'elles puissent être.

J.-J. Rousseau, dans une série de lettres écrites d'un style atta-

chant, a exposé les principes élémentaires de la botanique, au moyen de l'analyse de quelques plantes des plus communes de nos pays, dont il fait successivement étudier les organes ; les plantes qu'il choisit pour types sont : les *liliacées* et les *narcissées*, qui représentent les monocotylédones, les *crucifères*, les *papilionacées*, les *labiées*, les *scrophulariées*, les *ombellifères*, les *composées* et les *rosacées*. C'est une esquisse bien incomplète de l'immense variété des formes végétales, dont l'inspiration est due à la méthode primitive de Tournefort ; aussi que peut-on, malgré le talent de l'auteur, malgré l'éloquence de sa diction, apprendre de vraie botanique en se bornant à cette méthode démonstrative? Il est vrai de dire que, comme la méthode qui y a donné naissance, le système d'enseignement de J.-J. Rousseau est un modèle qui peut être agrandi, sans rien perdre de son utilité. C'est ce qu'a fait M. E. Lemaout, qui, dans son analyse raisonnée de cinquante plantes vulgaires, a tracé l'histoire d'un type de quarante familles. C'est une amplification de la méthode de J.-J. Rousseau ; mais pour cent cinquante à deux cents familles comprenant près de sept mille genres, c'est peu, c'est même insuffisant, et, tout en rendant à M. Lemaout la justice qui lui est due, on est obligé de reconnaître qu'il n'y a pas dans sa méthode tous les éléments nécessaires pour l'étude des végétaux. Il ne s'agit pas tant de connaître des noms, des mots et des faits, que de faire voir l'enchaînement de ces mêmes faits, et d'enseigner comment, pour répondre au besoin de la caractéristique si multipliée des formes, la langue a dû subir de nombreux changements afin de venir en aide à la description, qui est restée bien vague encore, malgré l'extrême multiplicité des termes. Il aurait donc fallu, pour lier entre eux les excellents éléments contenus dans ce livre, que ces quarante familles fussent groupées de manière à montrer le passage des formes qui se perfectionnent, en passant de l'acotylédonie à la monocotylédonie, et de là à la dicotylédonie[1] et indiquer les hiatus qui séparent certains grands groupes.

La marche qu'il convient de suivre pour étudier avec fruit la botanique est, selon nous, celle-ci : lire attentivement un traité sur la matière, accompagné de figures dessinées avec exactitude, et qui fera

1. Le lecteur, s'il en a besoin, peut recourir, dès à présent, au *Dictionnaire des termes de botanique*, placé à la fin de l'ouvrage, pour les termes scientifiques qu'il rencontre dans ces notions préliminaires.

connaître sans grand effort, soit par lui seul, soit à l'aide d'un Dictionnaire élémentaire de la science, qui l'accompagnera, les mots les plus importants de la langue botanique et leur valeur. Au lieu de s'appesantir sur les détails, il faudra, soit par une opération de l'esprit, si le traité qu'on a devant les yeux est muet sous ce rapport, soit par l'étude d'un traité réellement méthodique, suivre pour chaque série d'organes une marche uniforme.

Ainsi, pour se conformer à l'ordre le plus généralement adopté, lorsqu'on entrera dans l'étude de l'organisation du végétal, on commencera par les *racines*, en partant des formes rameuses et chevelues, pour passer aux fibreuses pivotantes, puis aux racines solides, et en examinant les divers accidents qui se présentent dans le règne végétal, comme autant d'anomalies; on passera de là à l'anatomie de la racine, ou à l'étude des éléments textulaires qui la composent, puis à l'étude de ses fonctions. On devra étudier ensuite les *tiges*, qui présentent des formes bien plus multipliées; car, soit qu'elles restent cachées dans la profondeur du sol, soit qu'elles se dressent dans l'air et se chargent d'un vert feuillage, elles remplissent une même fonction à l'égard de la plante; il est donc bon de les étudier également sous ce triple rapport. Les *feuilles* sont plus variées encore : pour procéder logiquement dans leur étude, on examinera d'abord la figure, en partant des formes simples et entières, puis les altérations qui les morcellent, les découpent, et les font passer du simple au composé. Après l'étude de la forme viendra celle des accidents qui en modifient la surface, c'est-à-dire les gaufrures, les plissures et les poils de toutes formes ayant souvent une grande valeur caractéristique. Pour connaître ensuite l'histoire tout entière de la feuille, il faudra, avant de faire par soi-même les observations qui conduiront à des points de vue nouveaux, en étudier l'anatomie, ou la décomposition en ses éléments morphologiques, puis la fonction ou la physiologie. Après la feuille on étudiera la *fleur*, après la fleur le *fruit*. Enfin, chaque fois qu'on passera d'un organe ou d'une série d'appareils à d'autres, on aura soin de suivre la même méthode.

C'est le moment d'introduire dans ces notions préliminaires un rapide aperçu sur le *végétal* et sur les principaux *organes* qui le composent, organes dont il vient d'être question. Ce n'est pas pour empiéter ici sur l'organographie végétale, si amplement traitée dans le corps de cet ouvrage, dont elle est une des parties capitales; mais

c'est une simple préparation très-élémentaire, pour le lecteur qui en aurait besoin, après ce qui vient d'être dit et avant de parler, comme on le fera tout à l'heure, de l'herborisation et des herbiers.

Le *végétal* ou, par synonymie, la *plante* est un être organisé, pourvu de fonctions nutritives et génératrices, vivant, croissant, vieillissant, susceptible de santé et de maladie, fixé au sol, et privé de locomotion, de mouvement spontané, de sentiment.

Les anciens, tels qu'Aristote, Théophraste et Pline, se contentaient de diviser les végétaux en *herbes* et en *arbres*. On les distingue encore, en thèse générale et vulgaire, en *herbes*, *sous-arbrisseaux*, *arbrisseaux*, *arbustes* et *arbres*.

Au point de vue scientifique et depuis que la botanique a fait des progrès basés sur l'observation, les végétaux sont devenus l'objet de deux divisions principales :

1° Les *cryptogames*, c'est-à-dire, suivant l'étymologie grecque déjà fournie page 27, les végétaux dont les organes de reproduction ne sont pas apparents, ou *acotylédonés* (d'α privatif, κότυλος, cotyle), c'est-à-dire dépourvus de *cotylédons* ou de la partie supérieure de l'embryon en forme de vase appelé *cotyle* chez les Grecs, et constituée par une ou deux feuilles; — les cryptogames ou acotylédonés ont été subdivisés par M. Adolphe Brongniart en *acrogènes* (du grec ἄκρον, sommet; γεννάω, engendrer), plantes dont l'accroissement, selon lui, s'opère par le sommet seulement et non en diamètre, comme les fougères, les marsilacées, les lycopodiacées et les mousses; et en *amphigènes* (d'ἀμφὶ, autour; γεννάω, engendrer), plantes dont l'accroissement s'opère, selon le même naturaliste, dans tous les sens, qui ne présentent en général aucun axe bien déterminé, sont dépourvues de feuilles et constituées exclusivement par du tissu cellulaire, comme les champignons, les lichens et les algues.

2° Les *phanérogames*, c'est-à-dire, selon l'étymologie déjà donnée, les végétaux dont les organes de reproduction sont apparents, ou *cotylédonés*, c'est-à-dire pourvus de *cotylédons*; — les phanérogames ou cotylédonés se subdivisent en *monocotylédonés* (de μόνος, seul, κότυλος, cotyle), plantes dont l'*embryon*, ou partie rudimentaire encore renfermée dans la graine, n'a qu'un cotylédon; ou, d'après de Candolle, en *endogènes* (d'ἔνδον, dedans, γεννάω, engendrer), plantes dont la tige est formée de faisceaux ligneux plongés isolément dans un tissu cellulaire et non disposés par couches concentriques; en *gymno-*

spermes (de γυμνὸς, nu; σπέρμα, semence, graine), plantes dont les graines ne sont point renfermées dans un fruit ou plutôt dans un *péricarpe,* qui est la partie du fruit servant à envelopper et à défendre les semences; et en *dicotylédonés* (de δὶς, deux fois, κότυλος, cotyle), c'est-à-dire pourvus de deux cotylédons; ou, d'après de Candolle, en *exogènes* (d'ἔξω, en dehors, γεννάω, engendrer), plantes dont la tige est formée de faisceaux disposés par couches concentriques.

Un végétal ou une plante a donc des organes. Ces organes sont de deux sortes :

1° Organes de végétation ou de nutrition;

2° Organes de génération ou de reproduction.

Les organes de *végétation* ou de *nutrition* sont la *racine*, la *tige* et la *feuille.*

La racine est cette partie inférieure du végétal qui est le plus souvent enfoncée dans la terre, et quelquefois flotte dans l'eau quand elle appartient à une plante aquatique. Par sa nature, elle est éminemment douée de la faculté de pomper les sucs nécessaires à la nutrition et à l'accroissement de l'individu dont elle est la base, le fondement. Elle ne présente jamais à sa surface des nœuds connus en botanique sous la dénomination de *nœuds vitaux*, d'où sortent des feuilles ou des branches et qui sont l'apanage de la *tige*. Quand la partie du végétal qui plonge dans la terre porte ces signes, ce n'est plus une *racine,* c'est une tige souterraine appelée ou *rhizome* (du grec ῥίζωμα, souche) si elle est allongée, comme dans l'iris, ou *tubercule* si elle est renflée, comme dans la pomme de terre. Les divisions des racines prennent le nom de *radicelles,* se divisent à leur tour en parties extrêmement ténues que l'on appelle *fibrilles* et dont l'ensemble constitue ce qu'on nomme le *chevelu* de la racine. Les racines sont *annuelles* quand elles se développent et meurent dans la même année; *bisannuelles* quand elles ne meurent que la seconde année de leur développement, comme dans les plantes qui ont besoin de deux ans pour se développer complétement avant de disparaître; *vivaces* quand elles persistent pendant un certain nombre d'années, mais toujours plus de deux; *ligneuses* quand elles ont la consistance

du bois ; *aériennes* lorsqu'elles naissent sur une partie du végétal exposé à l'air, etc.

La TIGE est la partie ascendante du végétal, celle qui s'élève de la racine et se dirige vers le ciel. Elle renferme les canaux par lesquels passe la séve nourricière, et, en se développant, elle se divise en branches et en rameaux. Elle est dite *herbacée* quand elle présente peu de consistance ; elle est dite *ligneuse* (du latin *lignum*, bois) dans les arbustes et les arbres.

Les FEUILLES sont des espèces d'appendices membraneux qui garnissent la tige, les branches et les rameaux. Elles se composent du *limbe* (du latin *limbus*, tour, circuit), ou *disque*, qui est la partie élargie et plane constituant la feuille proprement dite ; du *pétiole* (*petiolus*, petit pied), qui en est la queue ou le support, et, souvent, à la base du pétiole, d'expansions membraneuses, au nombre de deux, que l'on appelle *stipules*.

Les organes de *génération* ou de *reproduction* appartiennent à la *fleur* et au *fruit*.

La FLEUR présente généralement deux enveloppes distinctes, qui sont le *calice* (du latin *calix* et du grec κάλυξ, gobelet) et la *corolle* (*corolla*, par corruption de *corona*, couronne), calice et corolle disposés pour renfermer et protéger les organes reproducteurs qui sont les *étamines* (du latin *stamen*, tiré du grec στήμων, fil, filament) et le *pistil* (du latin *pistillum*, pilon, fait en forme de pilon).

Le CALICE est comme le prolongement et l'épanouissement de l'écorce du support, du *pédoncule* de la fleur ; ordinairement vert, il revêt quelquefois d'autres couleurs, comme dans le fuchsia ; il entoure extérieurement la fleur, à laquelle il sert en quelque sorte de berceau ou de coupe ; il est l'enveloppe la plus externe, la seconde enveloppe des semences, et semble destiné tout ensemble à servir d'appui à la corolle et à doubler l'espèce de rempart que celle-ci forme autour de ces semences, encore faibles et délicates. Les pièces ou sortes de petites feuilles dont il se compose ont reçu le nom de *sépales* (du latin *sepalum*) ; mais il n'est pas toujours formé des pièces distinctes ; quelquefois toutes les pièces sont soudées entre elles, comme dans la sauge, et alors il prend les épithètes de *monophylle* (du grec μόνος, unique, φύλλον, feuille), de *monosépale* et de *gamosépale* (de γάμος, mariage, union). Quand les sépales ne sont point soudés les uns aux autres par leurs bords, comme dans la girofiée, le pavot, la renon-

cule et le tilleul, le calice prend l'épithète de *polyphylle* (de πολὺς, plusieurs, beaucoup), de *polysépale* (plusieurs sépales), et de *dialysépale* (de διαλύω, dissoudre, désunir). Le calice est comme une transition entre la corolle et les petites feuilles colorées qui avoisinent le plus la fleur, feuilles que l'on appelle *bractées* (du latin *bractea*, feuille courte, mince).

La COROLLE est cette partie de la fleur qui est le plus faite pour charmer la vue et flatter l'odorat. Délicate, diaphane, membraneuse, souvent peinte des couleurs les plus vives, les plus riches, les plus variées, généralement imprégnée d'une huile très-volatile qui communique à la plante son odeur soit suave, soit nauséabonde, elle est la plus immédiate, la plus interne des deux enveloppes qui contiennent et garantissent les semences. Elle est formée de pièces auxquelles on a donné le nom de *pétales* (du grec πετάλιον, petite lame, petite feuille). Quand ces pièces sont distinctes les unes des autres, elles gardent simplement le nom de pétales, et la corolle est dite alors *dialypétale* et encore *polypétale*. La partie qui termine inférieurement chaque pétale s'appelle *onglet*, et la partie supérieure *lame*. Quand les pétales sont soudés les uns aux autres de manière à ne paraître former qu'une seule pièce, on donne à la corolle l'épithète de *monopétale* ou de *gamopétale*. La plante privée de corolle reçoit l'épithète d'*apétale* (d'α privatif et πετάλιον). La corolle prend le surnom de *périgyne* (de περὶ, autour, γυνή, femme), quand elle est insérée autour de la partie inférieure du pistil ou de l'*ovaire* dont il va être parlé tout à l'heure, lequel pistil contient les *ovules* ou premiers rudiments, premier état de la graine, comme dans la campanule et le rhododendron; elle prend le surnom d'*épigyne* (de ἐπὶ, sur) lorsqu'elle est insérée au sommet de l'ovaire, comme dans la reine-marguerite; enfin elle prend le surnom d'*hypogyne* (de ὑπὸ, dessous) quand elle est insérée en dessous de l'ovaire, comme dans le liseron et l'œillet.

Les ÉTAMINES sont les organes mâles du végétal. On y distingue ordinairement trois parties principales, à savoir : le *pollen* (mot latin qui signifie fleur de farine), poussière ou substance propre à féconder; l'*anthère* (du grec ἀνθηρὸς, fleuri), espèce de petite poche, de petit sachet membraneux, le plus ordinairement à deux loges, qui contient le pollen; et le *filet*, partie inférieure qui sert de support à l'anthère. C'est sur le nombre des étamines que l'illustre Linné

avait fondé en grande partie son système de classification, auquel on a préféré depuis la méthode naturelle préconisée par Antoine-Laurent de Jussieu. Un botaniste de nos jours, Dunal; désireux de changer la nomenclature botanique en raison de ses observations, a donné à l'ensemble des étamines le nom d'*androcée* (d'ἀνὴρ, ἀνδρὸς, homme), par opposition au γυναικεῖον gynécée des Grecs appartement, réunion de femmes).

Le PISTIL ou, suivant Dunal, le *gynécée* qui est l'ensemble de plusieurs pistils, constitue l'organe reproducteur féminin du végétal. Il se compose de l'*ovaire*, qui en occupe la partie inférieure et contient les *ovules* ou rudiments de la graine; du *style*, prolongement filiforme de l'ovaire qu'il surmonte, et du *stigmate*, corps glanduleux que supporte le style, et qui reçoit et transmet l'influence du pollen.

Le FRUIT n'est autre que le résultat de la fécondation de l'ovaire, ou plutôt c'est l'ovaire lui-même fécondé, développé, parvenu à maturité. Il comprend deux parties distinctes : 1° le *péricarpe* (de περὶ, autour, κάρπος, fruit), qui est la partie extérieure, l'enveloppe du fruit, et qui se subdivise en *épicarpe* (d'ἐπὶ, sur) ou peau proprement dite ; en *endocarpe* (de ἔνδον, en dedans), membrane qui revêt et tapisse la cavité intérieure, et en *sarcocarpe* (de σάρξ, chair) ou *mésocarpe*, (de μέσος, milieu), intermédiaire tendre et spongieux, souvent charnu et succulent, des deux précédentes membranes; 2° la *graine*, sorte d'œuf végétal, principe et fin de toutes les plantes phanérogames, qui se compose d'une enveloppe ou peau nommée *spermoderme* (de σπέρμα, semence, δέρμα, peau) ou *épisperme* (d'ἐπὶ, sur, σπέρμα, semence), et d'un corps accessoire nommé *périsperme* (de περὶ, autour, σπέρμα, semence) destiné à la nourriture de l'embryon et qui l'entoure généralement

L'EMBRYON (de βρύω, germer), partie essentielle, germe ou rudiment du végétal, pour la formation et le perfectionnement duquel les autres organes semblent avoir été créés, est contenu dans la graine. Il se compose de quatre parties : la *radicule*, ou corps *radiculaire*, qui donne naissance à la racine; le corps *cotylédonaire*, qui en forme l'extrémité supérieure et qui est l'origine de la division des végétaux pourvus de cotylédons en deux classes : monocotylédons et dicotylédons; la *tigelle*, principe de la tige; et la *gemmule* (du latin *gemma*, bourgeon), autrefois *plumule* (du latin

plumula, petite plume), principe du bourgeon. L'embryon, comme on le voit, renferme déjà le végétal en miniature.

L'étude de la botanique se composera donc de : 1° la forme, 2° la structure intime, 3° la fonction.

On comprend que par ce moyen, et avec l'aide de planches ou d'exemplaires vivants propres à graver dans l'esprit la diversité des structures ayant toutes des raisons d'être, on saisira sans peine le sens de chaque groupe d'organes, et qu'alors les mots viendront, non pas se présenter à la mémoire fatiguée comme des abstractions, mais s'appliquer à des choses concrètes et connues.

Si cette marche n'est pas toujours suivie par l'élève, c'est parce que, dans la méthode des analystes, tout est divisé à l'infini, ce qui se voit surtout dans la zoologie. Ainsi, l'anatomiste n'est pas toujours physiologiste; dans l'anatomie et la physiologie, ces deux grandes branches de la science de l'organisation, dans la première surtout, qui est de description pure, et qui trouve de plus nombreux interprètes, l'esprit analytique étant le plus commun et celui auquel nous façonnent le plus toutes nos études, chaque partie est soigneusement divisée et subdivisée ; la langue se multiplie avec les aspects, et quand on possède à fond cette vaste topographie anatomique, au point qu'il ne soit pas une aspérité qu'on n'ait vue et touchée, pas un repli qu'on n'ait fouillé, on peut être devenu un parfait anatomiste descripteur; mais on a perdu, dans ce déluge de noms et de faits, la physionomie générale de la science. Le lecteur habitué à l'étude comprendra facilement l'avantage des généralités conduisant à une synthèse dont on aura soi-même préparé, pour ainsi dire, les matières par une analyse intelligente. C'est, plus encore que toute autre chose, un moyen mnémonique dont l'avantage se fera sentir plus tard seulement, puisque cette même synthèse sera la base sur laquelle s'élèvera l'édifice des faits, et qu'il est bien plus facile de descendre d'une idée générale aux idées particulières, que de s'élever de celles-ci à l'idée générale.

L'étude de la morphologie précédant celle des faciès pourra paraître difficile, fastidieuse, rebutante même à beaucoup d'élèves; mais, puisqu'il faut apprendre la *glossologie*, cette science de mots qui a des idées pour base, il vaut mieux utiliser cette étude, en apprenant à la fois toute la morphologie et les lois phytologiques : ce sera le plus favorable de tous les commencements à l'étude de la science végé-

tale ; et, même sans connaître le nom d'une seule plante, on ne trouvera plus tous les phénomènes organiques enveloppés d'un impénétrable mystère : on verra se mouvoir la séve dans leurs vaisseaux ; le rôle de la racine sera connu ; la fleur, ce lit nuptial où doit s'accomplir le grand mystère de la transmission de la vie, appellera l'œil de l'observateur curieux ; et le fruit, destiné à reproduire un nouveau végétal, semblera digne de respect, puisqu'il recèle dans son sein un être destiné à embellir la terre à son tour. Ajoutons à ces faits, si curieux par eux-mêmes, la connaissance des phénomènes *tératologiques* et celle des *dégénérescences*, qui ne sont encore que des accidents biologiques ayant pour base les organes, pour modificateurs les agents extérieurs, et l'on verra que cette triple étude organographique est véritablement celle qui doit commencer l'initiation à la botanique.

Quand on aura franchi cette première partie des études botaniques, qui exige du courage et de la persévérance, mais qui n'est pas dénuée d'intérêt, puisqu'elle initie au mystère de la vie des plantes, on abordera une nouvelle étude : celle des principaux types des grandes associations végétales que les botanistes ont désignées sous le nom de *classes*, de *familles*, de *genres* et d'*espèces*. On désigne sous le nom de classes des groupes de végétaux fondés sur des caractères de premier ordre ; ces groupes réunissent chacun plusieurs familles. La famille est un groupe naturel formé par l'agglomération d'un certain nombre de genres. Les familles sont aux genres ce que les classes sont aux familles. Les genres se composent d'une réunion d'espèces rapprochées par des caractères communs et éloignés des autres genres par des caractères différents. Des espèces on descend aux individus. L'étude de ces associations sera d'abord tout analytique ; mais on ne doit pas perdre de vue, en étudiant ces genres isolés, qu'il faut en graver les caractères dans son esprit comme ceux d'un système particulier d'organisation qui est le centre d'une agglomération végétale.

Résumons-nous. Pour étudier méthodiquement les groupes naturels, il importe de bien observer, avant toute chose, le faciès des plantes et des fleurs dont la figure est représentée dans l'atlas de cet ouvrage, et de reprendre ensuite les types vivants dont on fera une analyse attentive, en enlevant, pièce à pièce, les diverses parties qui composent chaque fleur, et en s'attachant surtout aux caractères qui servent de base à la méthode naturelle. Ainsi, à la ner-

vation des feuilles et au nombre des parties florales, on peut reconnaître, à défaut d'embryon, les végétaux qui appartiennent aux deux grands embranchements phanérogamiques : *monocotylédonés* et *dicotylédonés;* l'absence ou la présence des enveloppes de la fleur, calice et corolle, caractérise chacun des trois groupes des dicotylédonées : *apétales*, *monopétales* et *polypétales;* sur les rapports des appareils sexuels et sur l'insertion des étamines reposent l'*hypogynie* et la *périgynie*, qui divisent chacun des trois groupes en deux sections.

Après avoir étudié toutes ces grandes divisions, à la figure générale desquelles on se sera initié, on pourra se servir, sans hésiter, des livres rédigés d'après la *méthode* dite *naturelle*, basée sur les affinités naturelles des plantes entre elles, de préférence à ceux qui sont écrits d'après les *systèmes* dits *artificiels*, c'est-à-dire d'après des procédés imaginés pour faciliter la nomenclature des espèces, mais qui ne reposent que sur un ou deux caractères fondamentaux. Ainsi, au *système* de Linné, qui est le meilleur des *systèmes artificiels*, on préférera la *méthode naturelle* d'Antoine-Laurent de Jussieu, qui est le modèle du genre et qui sera exposée dans le second volume de la Botanique générale. Cette admirable méthode, bien qu'elle offre quelques difficultés dans son application à l'étude des grandes divisions du règne végétal, a le mérite de respecter les associations naturelles et permet de conserver dans l'esprit les rapports réciproques ou les affinités des familles. En établissant, dans chacun de ses grands groupes, des subdivisions basées sur le nombre ou la forme des organes floraux, on peut créer presque à l'infini des tribus ou des ordres; les difficultés disparaissent, et l'élève est assuré d'y trouver, comme base de ses études, des notions claires, solides et logiques.

HERBORISATIONS

S'il importe de connaître la botanique générale, il n'est pas d'un moindre intérêt de connaître la Flore locale; c'est même un moyen de promenade et d'étude qui augmente l'intérêt de la mise en pratique des principes étudiés dans le cabinet, au moyen des herbiers naturels ou artificiels. Les excursions botaniques peuvent avoir deux buts bien distincts. Dans le premier on se bornera à étudier les plan-

tes sur les lieux mêmes où elles croissent et à chercher leurs noms, rien que pour connaître la nomenclature végétale; c'est peu digne d'un esprit élevé. Dans le second, on cherchera à pénétrer plus profondément dans les mystères de la science : on ne cueillera pas une plante sans prendre des notes ayant pour objet de fixer dans la mémoire l'époque de la floraison ou de la fructification des végétaux qui croissent spontanément dans le pays qu'on habite; on étudiera les changements de forme et les accidents tératologiques dont ils sont l'objet, suivant les stations qui leur sont propres; on fixera son attention sur les associations végétales, qui ressemblent, pour un si grand nombre de plantes, à une sociabilité véritable, afin de connaître les diverses circonstances qui accompagnent la vie d'une espèce; on en recueillera des échantillons, choisis avec soin, pour les déposer dans des herbiers qu'on pourra compulser au besoin. Les herborisations faites à ce point de vue, avec persévérance, présentent non-seulement un grand intérêt comme étude, mais elles conduisent bien plus sûrement à la connaissance des lois qui régissent le monde végétal, que les spéculations de cabinet, et c'est ainsi seulement que doit procéder un admirateur de la nature.

Les excursions botaniques demandent qu'on se munisse de tout ce qui est nécessaire à l'étude.

Une *Flore locale* est indispensable pour les botanistes dont les pérégrinations ne vont pas au delà de 10 à 12 kilomètres, bien que les chemins de fer permettent de pousser plus loin les excursions botaniques; si au contraire il s'agit d'excursions sur une large échelle, en France par exemple, il faut une *Flore générale* de cette contrée; à chaque région nouvelle, il importe de se munir de la *Flore particulière* du pays que l'on veut explorer, et si l'on poursuit ses études dans diverses contrées, il faut alors des *species plantarum*.

Il convient, pour une longue herborisation, de se munir d'une boîte en fer-blanc de 50 à 60 centimètres de longueur, que l'on passe en sautoir autour de soi au moyen d'une courroie en cuir ou d'un large ruban de fil, ou au moins d'une petite boîte de 20 à 25 centimètres, que l'on peut mettre dans sa poche, pour recueillir et conserver les plantes à étudier.

Les instruments et choses nécessaires à l'herborisation sont : papier et crayons pour prendre note de l'*habitat*, ou lieu où croissent

les plantes, canif, stylet, lancette, brucelles ou pinces, loupes, pioche ou houlette, etc.

Il est un moyen commode pour conserver les plantes dont les fleurs tombent presque aussitôt après être cueillies, comme les *Erodium* et les *Geranium*, les rosacées, les renonculacées à corolle régulière, les papavéracées, et beaucoup de plantes polypétales, ou qui se ferment peu d'instants après avoir été cueillies. Toutes les plantes de la famille des composées sont dans ce cas ; il en est de même des convolvulacées et des caryophyllées. On ne peut plus rétablir les corolles dont les pétales sont tombés, ni faire, le plus souvent, revenir celles contractées par la mort. D'autres plantes à corolle fragile, telles que les orchidées, les liliacées, etc., arrivent contuses et ont perdu leur forme et leur couleur; les feuilles, surtout celles qui ont de profondes découpures, ont perdu leur première disposition, les lobes se roulent et se déforment, et l'on a toutes les peines du monde à leur rendre leur figure primitive; d'autres, comme celles des oxalidées et des papilionacées, se ferment et ne peuvent être étendues que foliole à foliole. Ce moyen, qui ne convient qu'aux personnes qui font des herbiers, consiste à substituer à la boîte un portefeuille rempli de papier gris non collé, dans lequel on met les plantes au fur et à mesure de la récolte ; ce procédé est plus long, mais plus sûr, et il épargne beaucoup de peine : car les plantes dont les fleurs ou les feuilles sont cueillies au moment où la vie va s'éteindre, n'ont pas eu le temps de se contracter, et elles conservent leur position naturelle bien plus sûrement que quand on est obligé de procéder à leur déplissement, quel que soit le soin qu'on y apporte, sans compter l'ennui d'une semblable opération. Pour ne pas les exposer à une plus grande déformation par leur déplacement dans le livre qui les renferme, il faut que celui-ci soit fermé par deux courroies avec des boucles à ardillon. Ce procédé, quoique plus long et fastidieux, est pourtant le meilleur; il n'empêche pas d'avoir dans sa poche une boîte de petite dimension qui sert à mettre les échantillons d'étude.

Les personnes qui ont un jardin, et qui veulent suivre l'évolution des plantes sauvages, peuvent arracher en motte celles qui sont vivaces et les repiquer dans la station la plus convenable ; c'est, pour l'amateur de botanique, une jouissance de plus, sans compter celles qui résultent de l'étude des dégénérescences que le changement de station et la culture font subir à ces végétaux.

Les *loupes* doivent être d'un maniement facile : une amplification de 2 à 4 diamètres suffit pour l'étude ordinaire. On peut avoir des lentilles à court foyer, de 8 à 12 diamètres d'amplification, qui serviront pour observer les organes de la fécondation; les premières sont montées dans un cercle de corne et garanties par une enveloppe; les autres, à foyer plus court, peuvent être montées à l'extrémité d'un cône dont l'ouverture supérieure sera munie d'un diaphragme, le tout noirci pour éviter la dispersion des rayons lumineux.

On peut avoir, pour remplacer le couteau ordinaire, un de ces *couteaux-serpettes* qui permettent de couper de fortes branches et d'enlever, avec la lame droite, les cryptogames qui croissent sur les écorces ou sur les rochers.

Un instrument qui n'est pas assez en usage, et qui mériterait d'être plus répandu, est un petit *croissant* qui s'adapte à l'extrémité d'une canne et permet de couper les rameaux à fleurs ou les fruits des arbres élevés qui sont hors de la portée de la main. Ce même croissant peut servir encore à cueillir les plantes aquatiques comme le nénuphar, les *Villarsia*, qui croissent toujours dans les eaux profondes et souvent à plusieurs mètres du rivage.

Une petite *pioche*, une *houlette* ou une *binette* à fer plat, est indispensable pour arracher les plantes dont la racine mérite d'être étudiée, ou qu'on veut enlever en motte. Quelques herborisateurs se servent pour cet usage d'une forte spatule; mais il faudrait que le fer, au lieu d'être recourbé, fût droit et présentât un segment de cercle, pour qu'on pût, sans faire de dégât dans les prairies, arracher les bulbes de colchique qui sont souvent à 30 centimètres en terre, les oignons de scille ou de narcisse, ou les tubercules d'orchis.

Le *croissant*, la *pioche*, la *houlette*, la *binette* peuvent être disposés de manière à s'adapter à l'extrémité d'une forte canne dont le bout sera armé d'un fer pointu, si l'on voyage dans les montagnes.

Le *stylet* doit être une simple aiguille emmanchée, à l'extrémité de laquelle se placent les objets de toute petite dimension que l'on veut observer à la loupe et qui seraient déformés par les pinces. Ainsi, on ne peut étudier autrement les fleurs de certaines caryophyllées, telles que les sagines, les spergules, ou celles des crucifères à fleurs exiguës, les valérianelles, les shérardes, les *Galium*, plusieurs ombellifères; ce stylet sert à les piquer transversalement,

en profitant de la saillie du pédicelle, et aussi à déployer une partie quelconque de la fleur.

Un *canif* est utile pour la division des fleurs; mais une *lancette* convient mieux encore, quand il s'agit de parties très-déliées et sur lesquelles ne peuvent agir que des instruments à lame mince.

Certains botanistes dessinateurs se munissent d'un *album;* mais à moins de faire de grandes plantes, rien de plus incommode pour les dessins de détail, qui exigent toujours un matériel et un établissement stable. Pourtant il serait à désirer que les Flores locales fussent accompagnées de dessins faits avec précision, pour qu'ils pussent entrer dans des travaux d'ensemble, et fixer la nomenclature si variable, qu'on ne peut plus faire une Flore nouvelle sans en grossir le volume par une longue synonymie.

Voilà sur le bagage de l'herborisateur des détails assez longs; cependant ils ne disent que ce qu'il est impérieusement nécessaire d'emporter pour faire de la botanique sérieuse.

On peut y joindre des *flacons* à large ouverture avec des bouchons de liége, pour mettre des plantes d'eau, comme les conferves, les chara, les batrachospermes, les ulves, etc., et de petits *sacs* de papier blanc pour mettre des graines.

Les végétaux affectent des stations d'une telle invariabilité, pour certaines espèces, qu'il est important de les visiter toutes pour arriver à réunir une collection complète, et surtout pour connaître toutes les plantes qui croissent dans un certain rayon.

Il faut, dans les pays de plaines, visiter les landes, les bruyères et les terrains incultes de différente sorte; les terrains sablonneux et calcaires, ceux qui sont de nature argileuse et qu'alimente l'eau pluviale qui n'a pu traverser cette couche imperméable. Les terres arides, calcinées par le soleil, ne sont pas les moins intéressantes; les fossés, les bas-côtés des grandes routes, les terres cultivées, soit en céréales, soit en plantes sarclées, les vignes, les haies, les bois de haute et basse futaie, les taillis, les clairières, les lisières des bois, sont autant de localités qui demandent à être fouillées soigneusement.

Les montagnes, les simples collines même, les lieux escarpés dont les pentes sont garnies de rochers ou de pierres, présentent à la crête, sur leurs flancs et à leur base, suivant l'exposition, des variétés de stations qui méritent l'attention de l'herborisateur; et quand ces

mouvements de terrains sont importants, ils offrent, suivant leur altitude, des différences de végétation qui méritent d'être observées. Les ravins, les vallées profondes, les anfractuosités qui se trouvent à la base des rochers, recèlent des végétaux qui refuseraient de croître ailleurs et qu'il faut aller leur demander.

Dans les lieux habités par l'homme, les vieux murs, les toits de chaume, la paroi supérieure des puits, les caves, les décombres, les fumiers, les vieilles couches, les amas de feuilles ou de bois pourri, les chantiers, les serres, les celliers, les dalles qui revêtent la base des murs, et que couvrent de nombreuses cryptogames, sont dignes encore d'intérêt.

Les eaux stagnantes, les flaques d'eau, les ruisseaux d'eau courante, les marais et les prairies inondées, les canaux, les fossés de dérivation ou d'irrigation, les sources d'eaux minérales froides ou thermales, les lacs, les rivières et les fleuves, offrent trois stations distinctes : 1° celles des plantes qui croissent sur le sol et que les eaux laissent à nu en se retirant ; 2° celles qui ne vivent que sur le bord des eaux ; 3° celles qui viennent à différentes distances du rivage et croissent soit à la surface des eaux, soit au fond, et rampent sur le sol ; ces stations sont d'une grande richesse et ne donnent que des plantes qu'on ne trouverait pas ailleurs.

Si le botaniste parcourt les montagnes, comme il ne le fera pas sans le secours d'un guide, il recevra de lui des conseils sur les précautions qu'il a à prendre ; il doit se défendre de la témérité qui le porterait à braver, seul, des dangers avec lesquels il n'est pas familiarisé et qui pourraient avoir une issue funeste.

Sur le littoral, il faut suivre les côtes, visiter toutes les stations sans en négliger une seule, et l'on est sûr de revenir avec une riche récolte. Il faut surtout ne pas omettre de visiter les îles peu distantes de la plage ; les îlots formés par le sommet éboulé des falaises, et les rochers laissés à nu que baigne ordinairement la marée.

Comme rien n'est imprévu dans la nature, que la plante qui affecte une station spéciale, en en exceptant celles qui croissent partout sans choix et sans presque connaître de saison, n'y a établi son domicile que par suite d'une élection bien décidée (sans cela, elle n'y aurait pas végété et ses germes eussent plutôt attendu un siècle que de pousser dans un sol qui ne peut lui convenir), l'herborisateur ne doit donc, s'il veut arriver à connaître toutes les plantes d'une contrée,

négliger aucune localité, parce que toutes sont productives, et que chaque espèce a, pour ainsi dire, son domicile fixe. C'est pourquoi il faut prendre conseil des floristes de la contrée qu'on visite, et leur demander des renseignements sur les richesses florales de leur pays, et sur les localités restreintes où se trouvent des végétaux qu'on ne rencontrerait pas ailleurs.

Dès que le printemps commence à tiédir l'atmosphère, le botaniste doit partir, car c'est l'époque où apparaissent les premières phanérogames; il faut alors qu'il se borne à une seule excursion par semaine, parce que la végétation est loin d'avoir acquis toute son activité, et que les plantes se développent avec assez de lenteur pour qu'il ait le temps de faire sa récolte. On ne négligera pas les amentacées, qui sont pour la plupart en pleine fleur à cette époque. Vers le milieu du mois de mai, la végétation prend son essor; il faut à la fois recueillir les plantes qui donnent leurs fleurs pour la première fois, et les fruits des plantes printanières, si l'on veut les étudier aux diverses époques de leur vie. C'est alors que deux herborisations par semaine sont parfois insuffisantes; afin de ne rien omettre, il faudrait, tous les deux jours, faire une excursion, en se procurant, comme il a été dit plus haut, des renseignements précis sur les localités spéciales où croissent certains végétaux.

Avec le mois de juin se montrent des trésors nouveaux : les moissons sur pied, les prairies non encore fauchées, offrent une ample récolte aux botanistes; les eaux, en abandonnant les rives, ont laissé le champ libre à la nature végétale, et l'on peut recueillir, comme au printemps, les fruits des premières plantes et les fleurs des dernières. Certaines familles, pourtant, comme les ombellifères, les renonculacées, les crucifères, les scrophulariées, les papavéracées, les papilionacées, portent à la fois des fleurs et des fruits mûrs, ou tout au moins assez développés pour servir à la diagnose générique ou spécifique. Si l'on veut avoir des graines, il faut surveiller leur maturité, ce qui exige l'emploi des notes, afin de se rappeler les stations.

L'automne, moins riche que le printemps, est plus abondant en fruits; c'est alors qu'il faut ramasser des graines, et c'est le moment favorable pour avoir bien mûres les dernières de la saison. Quant à la végétation, elle n'offre plus qu'un petit nombre d'espèces. On peut cependant encore se procurer quelques plantes remontantes : telles

sont les fumeterres, les géraniums et beaucoup d'autres encore. On trouve à la fin de la saison un grand nombre de plantes de la famille des composées et des crucifères, les premières à apparaître au printemps, les dernières à lutter contre le froid, ainsi que de rares ombellifères; parmi les plantes spéciales, la colchique, le lierre, quelques chénopodées et amaranthacées mêlées à des solanées.

Mais si l'automne est pauvre en phanérogames, combien en revanche n'est-il pas riche en cryptogames, surtout dans la famille des champignons. Les agarics, les bolets, les helvelles, couvrent le sol; le souffle humide de cette saison fait éclore à foison ces derniers enfants de la nature végétale, qui sont destinés à ne vivre qu'une journée.

L'hiver a donné la mort à tout ce qui était doué de vie; les phanérogames ont disparu; seule, la rose de Noël décore nos jardins. Dès que le froid rigide, intense, a cessé, que la glace a fondu sous l'impression des premiers rayons solaires, les mousses, les lichens, les jungermannes, annoncent que la vie est sur le point de renaître, et le cryptogamiste doit se préparer à de riches récoltes.

Ce tableau de l'influence des saisons sur l'apparition des végétaux est écrit pour notre climat. Dans les contrées méridionales, il y a un autre système d'évolution végétale. Tandis qu'ici nous voyons l'été couvrir de fleurs nos champs et nos bois, là le soleil a tout calciné, la terre est nue, la végétation a disparu; il faut que l'automne, en ramenant les nuages chargés de pluie, humecte une terre avide d'eau: c'est seulement alors que renaît la nature; et depuis septembre jusqu'en mai les herborisations sont fructueuses.

Dans les montagnes, où les herborisations n'ont pas, comme dans nos plaines, une uniformité monotone, on trouve des plantes toute l'année, à cause de la diversité des stations, et l'on y peut observer les différents systèmes de végétation suivant les altitudes. Ce sont, pour ainsi dire, autant de climats qu'on visite, en s'élevant depuis le pied des monts jusqu'à leur sommet; chaque région y est tranchée, et l'on peut même, sans le secours d'aucun instrument hypsométrique, connaître à la végétation l'altitude du lieu où l'on se trouve.

C'est ainsi que dans nos montagnes du Dauphiné, au-dessous de 300 mètres, se présentent d'abord : le *Narcissus pseudo-narcissus*, les *Geranium nodosum* et *lucidum*, l'*Isopyrum thalictroides*, etc. Le *Globularia cordifolia* se trouve à 600 mètres avec le *Rhamnus al-*

pinus, la *Gentiana acaulis*, qui croît jusqu'à 2,000 mètres, et l'*Arabis alpina*; à 1,600, l'*Erinus alpinus*, l'*Ajuga alpina*, le *Dryas octopetala*, le *Rhododendrum ferrugineum*, l'*Arbutus uva-ursi*; à 2,000, la *Soldanella alpina*, l'*Astrantia minor*, qui croit plus haut que le *major*; à 2,800 mètres, le *Lychnis alpina*, l'*Anemone baldensis*, le *Geum reptans*, les *Ranunculus parnassifolius*, *glacialis*, etc.

Il ne faut pas croire que l'on puisse impunément cueillir les plantes pendant toute la durée du jour : on est obligé de surveiller, surtout si l'on se propose de les conserver dans un herbier, l'époque de leur entier développement. Or, toutes les heures de la journée sont caractérisées par certains épanouissements, et c'est à ce moment qu'il faut faire sa récolte. Le matin est plus favorable que le soir ; mais il faut pour cela que la rosée ait eu le temps de s'évaporer, car il est difficile de conserver une plante gorgée d'humidité. Le matin, dès que le soleil est élevé au-dessus de l'horizon, et que ses premiers rayons dorent la cime des bois, les fleurs entr'ouvrent leur corolle, et pour beaucoup c'est le moment de cueillir ; les *Convolvulus arvensis* et *sepium* sont dans ce cas ; les composées-chicoracées, telles que le pissenlit, le tragopogon, s'épanouissent le matin, et se ferment dans l'après-midi ; les malvacées s'ouvrent au milieu du jour ; le souci des champs, qui ouvre sa fleur à la même heure, la ferme bien avant la nuit. Les labiées, la plupart des borraginées, les solanées, les campanulacées, ne subissent pas l'influence des heures ; s'il y a, dans leur corolle, un mouvement contractile, il est inapparent, et l'on peut les étudier en tout temps. C'est donc de six heures du matin à quatre ou cinq heures du soir qu'on peut se livrer à l'herborisation, en se reposant au moins deux heures pendant la chaleur du jour. Parmi les plantes qui exigent une heure peu avancée de la journée pour être cueillies, il convient de citer les hélianthèmes, dont les pétales tombent aussitôt que le soleil est ardent ; les crassulacées, les saxifragées et les plantes grasses et épaisses demandent, au contraire, à être cueillies au moment le plus chaud de la journée, parce qu'alors elles ont perdu une partie de leur humidité, et sont de conservation plus facile.

HERBIERS NATURELS

Il n'est pas d'occupation plus agréable pour la plupart des collecteurs de botanique que la formation d'un herbier; c'est même une des occupations favorites de ceux qui se livrent pour la première fois à l'étude du règne végétal; mais il faut pour cela une patience à toute épreuve, et un penchant décidé pour ces opérations manuelles qui ont un côté réellement fastidieux, et se composent d'une série de détails qui ne conviennent pas à tous les esprits. Si l'herbier est composé de plantes recueillies pendant une longue excursion dans un pays qu'on visitait pour la première fois, il s'y rattache des souvenirs qui sont indépendants du but spécial auquel l'herbier est consacré, et il est pour son possesseur un véritable trésor; s'il est fait, au contraire, par un floriste amateur qui tient plus au nombre des plantes, ou à leur rareté qu'à leur signification scientifique, il est encore l'objet d'un culte particulier, car il a fallu vingt années peut-être pour qu'il soit complet, et l'on comprend le prix que doit y attacher son propriétaire, qui a consacré la moitié de son existence à colliger des végétaux un à un pour venir les ranger dans son herbier. Le seul herbier digne de ce nom est celui qui a la science pour but, et qui n'est pas seulement pour celui qui le possède un objet d'agrément, mais encore un objet d'utilité, un véritable instrument de travail : c'est là l'herbier sérieux. Pour arriver à le composer avec choix, on doit posséder des connaissances botaniques précises et le sens de l'utilité réelle de chaque groupe. Mais, il faut l'avouer, il n'y a pas encore un seul herbier qui soit réellement digne de ce nom : les vastes collections que nous possédons sont bien loin d'être composées comme le devrait être un herbier modèle. Il faudrait, pour qu'un herbier répondît à tous les besoins de l'étude, qu'il comprît l'histoire évolutive de la plante, avec ses phénomènes et ses anomalies morphologiques. Ainsi, il serait nécessaire qu'il y renfermât d'abord :

1° La plante au moment où la radicule s'échappe de son enveloppe et où la tigelle se dresse entre les cotylédons couverts encore de leur enveloppe extérieure;

2° La plante lors de son premier développement, avec ses cotylédons et ses feuilles primordiales;

3° Un échantillon de la plante au moment où son évolution foliaire est complète et avant qu'elle montre sa fleur;

4° La plante en boutons, fleurs et fruits, si ces trois ordres de phénomènes sont simultanés; dans le cas contraire, il faudrait autant d'individus isolés qu'il y a de phénomènes évolutifs distincts;

5° Le fruit entier quand il est sec et capsulaire ou akénoïde, pour qu'on puisse en étudier la forme et le mode particulier de déhiscence;

6° La graine;

7° Les variétés et variations que présente l'espèce, celles produites par la culture ou par la différence des climats et des stations;

8° Les principaux phénomènes tératologiques et pathologiques présentés par un même type;

9° Des figures dessinées avec soin représenteraient les détails qui s'altèrent par la dessiccation; et pour les arbres, leur port ou bien les fruits ou parties trop volumineuses pour entrer dans l'herbier.

Un herbier composé d'après ces principes serait une véritable collection scientifique, qui offrirait au savant tous les éléments d'étude.

Le premier soin de l'herborisateur est de choisir de beaux échantillons, venus à point et offrant un spécimen irréprochable du type. Quand on a affaire à une plante de petite taille, il faut la cueillir tout entière; si sa hauteur dépasse la longueur du papier, on la coupe en deux parties pour qu'elle puisse tenir dans l'herbier. Il est d'autant plus important de ne pas omettre ce soin, que le plus souvent les feuilles radicales sont différentes des feuilles caulinaires.

Les végétaux arborescents ou ceux qui, comme les pivoines, les astères, les scolymes, les *Phytolacca*, les acanthes, etc., sont trop développées pour entrer dans un herbier, doivent être représentés par autant d'échantillons qu'il y a de parties distinctes. Les racines et rhizomes ou tiges souterraines, qui présentent des caractères essentiels, doivent prendre place dans l'herbier, et quand elles sont trop volumineuses, on les coupe de manière à en rendre la dessiccation facile; mais on ne peut omettre de les recueillir, car certaines espèces sont remarquables surtout par leurs racines. Les orchidées indigènes en présentent de trois sortes qu'il est intéressant de connaître: les unes tuberculeuses ovoïdes, d'autres palmées, et les troisièmes fasciculées; dans les orchidées exotiques, il faut conserver les pseudobulbes qui présentent des caractères essentiels.

Les végétaux épineux, comme les *Gleditschia*, les *Robinia*, ne doivent pas être dépouillés de leurs épines; les plantes spinescentes, à la manière des chardons, des *Eryngium*, seront comprimées de manière à rabattre ces épines, afin de tenir le moins de place qu'il est possible dans l'herbier.

Certaines plantes, comme le *Tussilago farfara*, certaines rosacées, le *Cercis siliquastrum*, les *Magnolia purpurea* et *præcox*, toutes les amentacées, telles que le saule, le chêne, le noisetier, etc., demandent à être cueillies à plusieurs reprises, d'abord en fleur, puis en feuille, et enfin en fruit.

La dessiccation des échantillons pour herbiers est une opération assez fastidieuse, mais qu'il importe de faire soi-même, parce qu'elle aide beaucoup à l'étude de la connaissance des caractères distinctifs de l'espèce. Pour préparer convenablement les plantes, c'est-à-dire pour donner aux différents organes une disposition telle qu'on puisse facilement les étudier, il faut les mettre dans le papier au moment où toutes les parties ont encore leur fermeté; une plante molle et flétrie est difficile à rétablir dans sa disposition primitive, et, malgré le soin du collecteur, elle ne s'y prête que difficilement. Comment réussira-t-on, malgré les soins minutieux indiqués par J.-J. Rousseau, qui maintenait au moyen de sous et de petits plombs les parties qu'il rétablissait dans leur position naturelle, à étaler les feuilles flétries d'une fumeterre, dont le feuillage est composé de parties très-déliées qui s'enroulent sur elles-mêmes? Comment pourra-t-on, malgré la patience et le soin qu'on y apporte, étaler les feuilles si fines des férules, des fenouils et de toutes les ombellifères; celles des papilionacées à folioles allongées, et qui ont une tendance marquée à prendre, en se flétrissant, la position qu'elles affectent pendant le sommeil? Pour ces plantes il convient de les placer aussitôt dans le portefeuille dont il a été parlé plus haut.

Le meilleur papier pour l'opération préliminaire de la dessiccation, est le papier gris sans colle, parce qu'il absorbe l'humidité de la plante et la prive rapidement de son eau de végétation. Il ne faut pas mettre une plante dans chaque feuille de papier. On prépare à l'avance des coussins ou matelas composés de plusieurs feuilles doubles, deux à quatre, suivant que les échantillons à dessécher sont plus ou moins épais et succulents. Sur le premier coussin on étale une première plante, en maintenant les feuilles et les fleurs à peu

près dans leur position naturelle, et de manière à les faire voir sous différentes faces ; quand toutes les parties sont bien étalées, on recouvre d'un coussin de papier sur lequel on prépare un nouvel échantillon, et ainsi de suite jusqu'à ce que le paquet ait atteint une épaisseur de 15 à 20 centimètres seulement, pour que la pression puisse s'exercer régulièrement sur chacune d'elles. Alors on les charge d'un poids médiocre, parce que, si on les comprime trop fortement, on détruit tous les caractères, et l'échantillon est impropre à l'étude ; c'est ce qui a fait renoncer aux presses à écrous, si commodes au demeurant pour la compression des plantes épaisses, mais qu'on peut remplacer par deux ou trois volumes in-folio ou une pierre de même poids. Dans le courant de la journée, ou le lendemain au matin si c'est le soir qu'on a mis ses plantes en presse, on les visite pour déplisser celles dont les fleurs ou le feuillage ne sont pas dans une position convenable ; on les laisse quelque temps à l'air, on les change de papier, et on recommence cette opération jusqu'à ce qu'elles soient parfaitement sèches, en ayant soin, à chaque fois, de s'assurer que les caractères qui constituent le signe diagnostique de la plante sont parfaitement reconnaissables. Il faut, on ne peut trop le répéter, qu'on reconnaisse la forme, la disposition et le mode d'insertion des feuilles, des stipules, des bractées ainsi que le système d'inflorescence ; les corolles doivent être bien étalées pour que les organes de la reproduction soient apparents.

Chaque groupe présente des particularités qui exigent une attention spéciale : les cypéracées, les graminées, dont le feuillage est naturellement ferme et sec, se dessèchent promptement ; mais il faut veiller à ce que les fleurs des plantes de ces deux familles, qui se détachent facilement, ne soient pas assez avancées pour que les épillets se séparent de leur axe ; on doit les prendre lors de leur premier épanouissement ; toutefois, il faut attendre que les étamines ou organes féminins soient visibles, puisque certains genres en portent deux.

Les conifères, d'une nature sèche, sont de conservation facile en apparence ; mais le grand inconvénient qu'elles présentent, c'est que leurs feuilles se détachent facilement, et qu'au bout de peu de temps il ne reste dans l'herbier qu'une brindille dégarnie.

Les liliacées, les asphodélées, les iridées, les orchidées et un grand nombre de monocotylédonées, dont toutes les parties sont épaisses et

gorgées de sucs mucilagineux, exigent des soins particuliers. Les iridées, d'une structure complexe et dont les parties sont étalées en panache, perdent, en se repliant sur elles-mêmes, leur caractère floral. Certaines orchidées sont dans le même cas ; on ne pourra jamais rien obtenir de satisfaisant des *Stanhopea*, des *Coryanthes*, des *Lycaste*, tandis que les *Oncidium*, les *Miltonia*, etc., peuvent facilement s'étaler. Il faut, pour ces plantes succulentes, renouveler plusieurs fois par jour le papier, et même employer la chaleur pour arriver à une dessiccation parfaite. Les cactées et les euphorbiacées présentent les mêmes inconvénients, surtout les premières; on pourrait pour celles à feuilles plates, tels que les *Epiphyllum*, couper la feuille de manière à en réduire l'épaisseur sans en altérer le caractère, et pour les *Cereus*, qui présentent des formes géometriques, évider la tige et en couper une tranche dans le sens horizontal, afin d'en pouvoir déterminer la figure. Quant aux *Echinocactus* et aux *Mamilliara*, il n'y a qu'un dessin qui puisse fixer le souvenir de leur caractère, ces grosses masses sphériques ou cylindriques ne se prêtant pas à la dessiccation. Cependant, on peut toujours, faute de mieux, séparer des faisceaux d'épines et les conserver dans l'herbier, car elles constituent un caractère important. Quant à la fleur, elle perd tout en séchant, forme et couleur. Les ficoïdées et les crassulacées, les *Stapelia* et les aloès ne se conservent guère mieux, quoique le feuillage des *Rochea*, des *Echeveria*, des *Crassula*, soit facilement divisible. Mais il faut tant de soins pour conserver ces plantes, qu'on y réussit rarement; dans ce cas un herbier artificiel est indispensable.

Les plantes aquatiques, telles que les butomes, les *Alisma*, les *Nuphar*, les *Nelumbo*, les *Caltha*, ne se conservent qu'avec des soins extrêmes; encore les feuilles noircissent-elles le plus souvent.

Les labiées et les malvacées sont très-sujettes à moisir; les premières, à cause de l'huile essentielle qu'elles contiennent; les dernières, par suite du mucilage dont elles sont gorgées. On peut y joindre certaines solanées.

Les crucifères passent facilement au jaune et sont sujettes à se recoquiller en séchant.

Les composées à grosses fleurs présentent, en général, de grandes difficultés : les chicoracées, qui n'ont que des demi-fleurons, sont plus faciles à conserver, excepté dans le cas où les fleurs sont en ombelle, ce qui forme alors une masse considérable qu'il faut ou

déployer ou diminuer, en en retirant des fleurs. Certaines cynarocéphales, telles que les *Onopordon* et les *Carduus*, ne peuvent entrer dans un herbier qu'autant qu'on coupe longitudinalement les capitules pour en réduire l'épaisseur. Beaucoup de corymbifères sont dans le même cas. Elles ont, d'un autre côté, l'inconvénient d'être gorgées de sucs lactescents ou glutineux qui causent de grands embarras aux collecteurs.

Les plantes bulbeuses, c'est-à-dire celles qui ont des oignons ou des bulbes, offrent une très-grande difficulté dans leur préparation pour l'herbier. Il arrive souvent qu'une scille, ou un orchis qui a été récolté en fleurs et mis en herbier dans cet état, est retrouvée en fruit au bout de quelques mois ; la plante continue de vivre, et passe successivement par toutes les phases de la végétation. On ne peut éviter cet inconvénient qu'en plongeant l'oignon dans de l'eau bouillante, ou en laissant macérer toute la plante pendant plusieurs heures dans de l'esprit-de-vin. Quelques personnes obtiennent de très-bons résultats en passant sur la plante un fer chaud, et en appuyant assez fortement pour écraser un peu la tige et les feuilles; mais ce sont des soins des plus minutieux, devant lesquels reculent la plupart des collecteurs.

Les plantes qui vivent immergées, comme les *Chara*, les *Callitriche*, les *Potamogeton*, demandent à être préparées au moyen de l'eau pour étendre leurs parties. Quant aux plantes marines, il faut qu'elles soient lavées dans l'eau pure pour y dessaler, afin de leur enlever les propriétés hygrométriques qui les font noircir ou même moisir. On les prépare ensuite en les plaçant dans un grand plat plein d'eau. La plante s'y étale naturellement ; on passe alors en dessous une feuille de papier blanc, sur laquelle s'applique l'algue, et l'on enlève le tout avec précaution pour faire sécher entre des coussins de papier, à la manière des autres plantes.

Lorsqu'on a un herbier mal préparé et qui renferme des plantes difficiles à se procurer, on expose les échantillons à la vapeur d'eau bouillante, et on les place pendant une journée dans du papier mouillé, qui les imbibe doucement et leur rend leur souplesse. Quand elles sont dans cet état, on les dessèche de nouveau par le procédé ordinaire ; si les plantes sont petites, on réussit parfaitement en les étendant sur du grès humide.

Quelles que soient les précautions prises et les soins apportés à la

préparation ou dessiccation des plantes pour herbier, il est bien difficile de pouvoir saisir sur un échantillon sec les caractères distinctifs du genre ou de la famille qui résident généralement dans les organes floraux. Pour retrouver ces caractères et étudier avec fruit, on est obligé de faire ramollir les fleurs en les exposant à la vapeur, ou en les plongeant pendant quelques minutes dans de l'eau bouillante; dans cet état, on peut disséquer ces fleurs aussi facilement qu'à l'état frais. C'est là l'avantage des herbiers. Mais tout en reconnaissant cet avantage, nous recommandons néanmoins aux personnes qui veulent étudier sérieusement, de conserver des fleurs et de jeunes fruits dans de l'alcool étendu de moitié son volume d'eau. Il n'est pas besoin de grands bocaux; des petits tubes de $0^{m},05$ à $0^{m},10$ de longueur sur $0^{m},01$ de diamètre suffisent presque toujours, excepté pour les cas où les fleurs sont d'une grande dimension. Aujourd'hui surtout qu'on se livre à l'étude organogénique, il est très-important d'avoir des jeunes boutons qui n'ont pas été déformés par la pression qu'on fait subir aux échantillons d'herbier, et qui permettent de suivre le développement de tous les organes floraux.

MM. Reveil et Berjot ont indiqué l'emploi du sable stéariné pour conserver les plantes avec leur forme habituelle et l'éclat de leurs fleurs; les divers échantillons exposés à Londres par M. Berjot, en 1862, ont fait l'admiration du public. Le sable stéariné s'obtient en lavant avec le plus grand soin le sable blanc de rivière en grains égaux, jusqu'à ce que l'eau soit limpide; on le dessèche dans une bassine à 105° ou 110° et, lorsqu'il est sec, on y ajoute, par 25 kilogrammes de sable, un mélange fondu de 20 grammes d'acide stéarique et de 20 grammes de blanc de baleine, on brosse fortement et on froisse avec les mains de manière à graisser convenablement chaque grain de sable. On met une couche de ce sable dans une caisse portant en bas un grillage de fil de fer et un fond de bois à coulisse; sur le sable on étale les plantes *bien sèches*, on y verse du sable peu à peu en ayant le soin de *mouler* les corolles dans le sable et de ne pas faire de faux plis; quand les plantes sont couvertes de sable, on peut en superposer une seconde, et on porte la caisse dans une étuve, dans un four chauffé vers 45° ou au soleil; lorsque la dessiccation est finie, on enlève le fond de bois, le sable s'écoule et les plantes restent sur le treillage métallique; on les brosse avec un blaireau; on les conserve dans des bocaux à l'abri de la lumière et

hermétiquement fermés, au fond desquels on met un peu de chaux vive enveloppée dans un peu de papier de soie. Il est très-important pour la réussite que les plantes ne soient pas humides et qu'elles aient été récoltées avant l'épanouissement, parce que celui-ci s'achève souvent dans le sable. Les couleurs des fleurs sont parfaitement conservées par cette méthode, seulement les couleurs violettes et rouges se foncent un peu. Ce procédé de conservation des plantes peut rendre quelques services pour dessécher certaines fleurs ou plantes employées en médecine, telles sont la violette, la mauve, le bouillon blanc, les roses rouges, le coquelicot, les fleurs de genêt, la mélisse, la menthe, la ciguë, etc. L'odeur est parfaitement conservée et souvent exaltée. Mais c'est surtout pour la conservation des collections destinées aux Écoles de pharmacie, de médecine et aux Colléges que ce procédé peut être utile. Il rendra également de grands services aux horticulteurs qui voudront conserver des fleurs rares, ainsi qu'aux naturalistes voyageurs qui pourront ainsi rapporter les plantes avec leur aspect naturel, ce qui en rendra la détermination plus facile.

Il ne suffit pas d'avoir desséché avec soin les végétaux qu'on a recueillis; il faut, pour se servir de son herbier comme d'un instrument d'étude, y disposer les plantes de manière à les conserver sans altération, et accompagner chacune d'elles de tous les renseignements indispensables à la connaissance d'une individualité végétale, afin que tout ce qui tient à sa place dans la méthode, à son nom, à sa synonymie, à l'époque de sa floraison, à la localité dans laquelle elle a été trouvée et à ses usages, y soit clairement indiqué.

Le papier qui renferme les plantes destinées à être réunies en herbier doit être collé. On peut, si l'on n'a pas un trop grand nombre de plantes, ou si l'on attache un certain prix à son herbier, mettre dans l'intérieur de la double feuille ou chemise, une feuille de papier blanc, sur laquelle le végétal se détache mieux.

On a proposé diverses manières de fixer les plantes dans l'herbier : les uns les collent dans toutes leurs parties pour les empêcher de se détacher; mais ce procédé a l'inconvénient de rendre les échantillons plus fragiles; en outre, si l'on emploie la colle de pâte, les insectes, attirés par son odeur, ne tardent pas à envahir l'herbier, et alors la destruction est rapide. La gomme arabique n'a pas cet inconvénient ; mais elle donne encore plus de rigidité aux végétaux déjà assez secs par eux-mêmes. On peut cependant coller sans inconvénient les

échantillons de très-petite dimension, comme les algues, les mousses, les jungermannes, et tous les autres petits cryptogames ; dans ce cas, on alune fortement l'eau dans laquelle la gomme doit être dissoute. M. Desvaux proposait d'y ajouter de l'amidon, afin d'obtenir une colle moins rigide que la gomme seule et qui se conservât molle pendant plusieurs mois. La glycérine, employée depuis, atteint mieux encore le même but. D'autres botanistes fixent les plantes au moyen de simples bandelettes de papier gommé, ou tout simplement attachées avec de petites épingles; comme il est très-important, pour l'étude, de pouvoir examiner les plantes dans tous les sens, et de vérifier à la loupe certains détails organiques, on peut facilement détacher ces plantes sans les endommager en rompant ces faibles attaches, et les rattacher ensuite avec de nouvelles bandelettes.

Le papier doit être laissé dans son entier, à cause de la taille de certains échantillons, qui même, en étant pliés en deux, comme les digitales, les *Agrostemma githago*, les delphinium, les lychnis, les joncs, beaucoup de cypéracées et de graminées, n'y tiennent que difficilement; il doit toujours avoir au moins $0^{m},44$ de hauteur sur $0^{m},24$ de largeur. Quelques personnes ont l'habitude, quand les plantes sont petites, de réunir plusieurs espèces dans une même feuille : c'est un tort, car les plantes ou les étiquettes peuvent se mêler, et alors apparait la confusion. Chaque espèce exige une feuille distincte ; mais on peut renfermer plusieurs échantillons de la même plante dans une même feuille, et pour s'épargner la fastidieuse coutume de lier avec une ficelle en croix les différents paquets, on met toutes ces feuilles dans des portefeuilles ayant des étiquettes sur le dos, ce qui permet de placer l'herbier dans une bibliothèque.

Le plus grand soin doit être apporté à la rédaction de l'étiquette de chaque plante ; elle devra contenir le nom français, le nom latin avec l'initiale de l'auteur qui l'a dénommée, la synonymie scientifique, le nom vulgaire, la localité où elle a été trouvée, la station, l'époque de la floraison, les usages auxquels elle est propre, et le rapport de la méthode que l'on aura adoptée avec celles de Linné, de De Candolle ou de tout autre.

Si l'on a rapporté des plantes d'une excursion lointaine, il faut ajouter l'indication des altitudes, préciser la station, faire connaître la nature géologique de la contrée où elles ont été cueillies, enfin compléter les renseignements de telle sorte qu'on puisse, par la pensée,

en visitant son herbier, se reporter aux circonstances dans lesquelles les divers végétaux qui le composent ont été trouvés. Cette attention est indispensable pour les plantes que l'on recueille pour la première fois dans des pays étrangers et dont la Flore est entièrement inconnue, surtout sous le rapport utilitaire. On ne doit pas omettre, quand bien même on ne saurait pas le nom d'une plante, d'indiquer le lieu où elle a été découverte, l'époque de sa floraison ou de sa fructification, son usage ; et si le collecteur est un zoologiste, il serait bien qu'il fît connaître les animaux qui se nourrissent de son feuillage ou de ses fruits, les oiseaux qui y font des nids, et les insectes qui y vivent en parasites.

Les plantes sont ensuite réunies par genres et familles, et disposées suivant une méthode naturelle. Pour faciliter les recherches, des fiches en saillie et de couleurs différentes indiquent les familles et les genres, ce qui évite la peine de feuilleter tout l'herbier ; dans les genres à espèces nombreuses, on peut en faire autant pour les espèces.

Il y a des herbiers spéciaux qui demandent à être composés de certaines plantes à l'exclusion des autres. Le *médecin* doit avoir un herbier comprenant toutes les plantes médicinales, mais sans qu'il soit nécessaire d'y réunir minutieusement les diverses parties des végétaux ou leurs produits en usage dans la thérapeutique, parce qu'il a besoin d'y revenir de temps à autre pour rafraîchir sa mémoire.

Le *pharmacien* a besoin d'un herbier plus complet, comprenant toutes les plantes qui appartiennent à l'art de guérir, et il ne peut se passer d'une collection d'écorces, de graines, résines, baumes, gommes, etc. Cette précaution est d'autant plus indispensable, que des sophistications trop fréquentes altèrent les produits pharmaceutiques naturels, que des substitutions passées en usage et qui peuvent avoir des conséquences fort graves (telle serait, par exemple, celle de la fausse angusture à la vraie, dont l'une est un poison et l'autre un fébrifuge) se reproduisent souvent dans l'envoi des médicaments exotiques, et qu'à moins d'une étude toute spéciale et d'un œil exercé par une longue pratique, on n'en reconnaît pas toujours la pureté. Il y faudrait joindre l'indication du lieu de provenance, et des succédanés frauduleux, afin de ne pas s'y méprendre.

L'*herboriste* n'a besoin que des végétaux indigènes ; mais il doit

insister surtout sur les stations, les époques de floraison et de maturation des graines, et sur le moment où doivent être récoltées les racines, feuilles ou fleurs, ainsi que sur la durée de leur conservation.

L'*agronome* botaniste doit composer un herbier de toutes les plantes qui entrent dans la grande culture ou qui sont susceptibles d'y entrer. Les diverses espèces de graminées qui composent les prairies tant naturelles qu'artificielles, doivent s'y trouver avec l'indication de l'époque de leur développement, de leur floraison et de la maturité de leurs graines, celle du terrain dans lequel elles croissent spontanément, et des associations végétales naturelles auxquelles elles appartiennent, pour lui servir de guide dans la composition de ses prairies artificielles. Les autres plantes fourragères et économiques devront également y trouver place. Il se composera donc exclusivement de végétaux utiles et susceptibles d'entrer avec avantage dans la culture. A côté de cet herbier des végétaux utiles, il devra, toujours en vue de ses prairies, en avoir un des végétaux nuisibles, de la destruction desquels on ne s'occupe pas assez. Pour ces derniers, il importe de connaître leur mode de propagation, afin de savoir la meilleure manière de les détruire.

L'*horticulteur* ne doit choisir que les plantes d'ornement, et, parmi ces plantes, les variétés provenant de la culture; mais, comme il ne cherche que les végétaux utiles à son commerce, et comme les fleurs doubles et monstrueuses sont les plus cultivées, il est impossible qu'il mette dans un herbier des dahlias à fleurs pleines et très-développées, des pivoines énormes, des rhododendrons, etc. Il ne peut guère conserver par la dessiccation que les végétaux d'ornement d'introduction récente. Jamais l'herbier de l'horticulteur ne pourra suppléer une bonne figure, et, quelque soin qu'on ait apporté à la conservation d'une collection d'orchidées, elle sera toujours au-dessous de la plus médiocre iconographie. Il faut donc à l'horticulteur un herbier artificiel plutôt qu'un herbier naturel.

On a réuni, dans les grands établissements, certains herbiers distincts comprenant les plantes d'une région, afin de se dispenser de fouiller au milieu de milliers de végétaux pour trouver un échantillon à consulter; mais cette méthode n'est bonne que pour les voyageurs qui ont parcouru une région dont ils ont recueilli les plantes, ou pour les grandes collections d'étude réunies dans les

établissements publics. Dans un herbier général composé par un amateur de botanique ou même un botaniste, on supplée à cette division par des catalogues de région. Il faut reconnaître pourtant qu'il y a dans ces collections régionales un avantage marqué . car le faciès des végétaux se modifie suivant les lieux, et l'on s'habitue à reconnaître, par la simple inspection, les pays auxquels ils appartiennent.

La conservation des herbiers est d'une assez haute importance pour qu'on y apporte toute son attention. En effet, on n'a pas amassé un à un les milliers de végétaux qui les composent, et qu'on ne s'est souvent procurés qu'à grand'peine, pour les voir détruits en peu d'années par les insectes ou l'humidité, également redoutables.

Si les plantes ont été incomplétement desséchées, elles ne tardent pas à se couvrir de moisissures qui appartiennent aux genres *monilia* et *torula*. L'apparition de ces champignons est le premier indice de la présence d'une humidité qui tient surtout à la dessiccation imparfaite de la plante. On peut, en faisant sécher de nouveau les échantillons attaqués par les *monilia*, et en les lavant avec de l'alcool au moyen d'une brosse douce, les délivrer de ces parasites ; mais comme il reste toujours assez de germes reproducteurs pour que les plantes soient envahies de nouveau, il faut que l'herbier soit tenu dans un endroit très-sec.

Lorsque l'humidité tient plus au papier qu'à la plante elle-même, il ne se forme plus de *monilia*, mais un champignon d'autre sorte, appartenant au genre *eurotium*, et qu'à cause de son apparition constante dans les herbiers exposés à l'humidité, on appelle *eurotium* des herbiers. Celui-ci a les sporanges jaune-soufre, et est d'une destruction d'autant plus difficile, qu'il a bientôt détérioré les végétaux avec lesquels il est en contact. Si l'humidité est plus grande et plus prolongée, le *botrytis glomerulosa* s'en empare et détruit rapidement l'herbier le mieux préparé. On ne peut guère sauver les plantes envahies par ce parasite, et le procédé applicable aux *monilia* reussit incomplétement; il faut alors les faire sécher avec soin, les changer de papier, les laver à l'alcool, les brosser, et répéter cette opération jusqu'à ce qu'on ait détruit tous les champignons qui les détériorent.

Une précaution dont ne peut se dispenser le possesseur d'un her-

bier, c'est de le visiter au moins deux ou trois fois par an, surtout à l'automne, au moment où l'atmosphère est saturée d'humidité, après l'hiver, pour être sûr que les alternatives de gelée et de dégel n'ont exercé aucune influence sur des corps aussi hygrométriques que les plantes, et dans le courant du printemps. Si l'on remarque que quelque échantillon ait souffert ou menace de s'altérer, il faut l'exposer à l'air, et ne le réintégrer dans l'herbier que quand on n'a plus à craindre l'action de l'humidité. Un corps de bibliothèque à fond plein et qui ne touche à aucun mur humide est le meilleur moyen de conservation d'un herbier.

Après l'humidité, les ennemis les plus redoutables des plantes desséchées sont les insectes, qui détruisent en peu de temps la collection la plus nombreuse, sans qu'il y ait aucun moyen de salut si l'on s'aperçoit trop tard de leur présence. Le véritable fléau des herbiers est le petit coléoptère connu sous le nom de vrillette obstinée, *anobium pertinax*, qui attaque les plantes de presque toutes les familles, et dont les larves réduisent en poussière les échantillons les plus volumineux. Le pou de bois, *psocus pulsatorius*, petit névroptère hémérobien, est encore fort à craindre, malgré son extrême petitesse; il est si multiplié, qu'il envahit en peu de temps toutes les parties d'un herbier; et comme il est trop faible pour s'attaquer aux parties des plantes coriaces et ligneuses, il s'en prend aux parties délicates de la fleur, qu'il détruit en peu de temps. Deux espèces d'un autre genre, assez rares, mais qui demandent à être surveillées, sont les ptines, *ptinus fur* et *scotias*, dont la grosse larve creuse les tiges et les dévore. L'amourette, *anthrenus muscorum*, et l'anthrène bordée, petits coléoptères, s'attachent aux plantes envahies par l'humidité et ne tardent pas à les réduire en morceaux. L'*acarus eruditus* et le *domesticus* sont attirés par les papiers collés imprégnés d'humidité, et font, malgré leur petitesse, d'étonnants ravages. On trouve encore dans les herbiers négligés le *chelifer cancroides*, qu'on dit attiré par les mites dont il fait sa nourriture, ainsi que le *psocus*. Les blattes sont des ennemis d'une extrême voracité; mais elles sont trop rares dans notre pays pour qu'on ait à s'en défier : d'ailleurs elles sont assez grosses pour qu'on en puisse facilement délivrer un herbier. Dans les régions tropicales, la fourmi blanche, *termes lucifuga*, fait de grands ravages et est un ennemi très-dangereux, car elle dissimule sa destruction en n'attaquant jamais par les bords de l'herbier

qu'elle dévore; elle ronge tout l'intérieur en laissant intactes les enveloppes, de sorte que, quand on s'aperçoit du dégât, tout est déjà détruit. La *lepisma saccharina*, qui ressemble à un petit poisson argenté, est encore un fléau des herbiers quand elle est multipliée.

Certaines familles n'ont rien à redouter des insectes; ce sont les algues, les mousses, les lichens, les hépatiques, les lycopodinées, les fougères, les cypéracées et les graminées, dont la tige et les feuilles sont revêtues d'une sorte d'enveloppe siliceuse qui les soustrait à la dent des larves voraces.

En somme, les insectes sont plus dangereux pour les plantes que l'humidité; aussi a-t-on cherché tous les moyens de les détruire. L'exposition de l'herbier dans un four ou un *nécrentome*, dont la température soit de 76 à 80 degrés centigrades, suffit pour tuer les larves. Mais il est souvent trop tard quand on découvre ces insectes : c'est pourquoi on a cherché à les éloigner par des préservatifs. L'essence de térébenthine et le naphte, malgré leur odeur forte, manquent presque toujours leur effet; le camphre n'agit guère mieux, puisque dans des cadres bien hermétiquement clos et qui renferment des morceaux de camphre, on voit les insectes se développer et détruire les plus brillantes collections de papillons. Les amers, tels que la coloquinte, l'absinthe, sont sans résultats.

L'immersion dans une solution alcoolique de bichlorure de mercure est d'une efficacité complète; mais il faut doser habilement. Si l'on met ce sel en trop grande quantité, il attaque les couleurs des végétaux, et rend les herbiers dangereux à manier à cause de la poussière qui s'en échappe. C'est à cette préparation alcoolique qu'est due la parfaite conservation des herbiers du Jardin des Plantes de Paris. La glycérine est aussi employée avec avantage dans ce cas.

M. Doyère, qui s'est beaucoup occupé de la conservation des grains dans des silos souterrains, a fait connaître un procédé qui mérite d'être employé de préférence même à la solution du bichlorure de mercure. Il est simple et moins coûteux. Il consiste à placer les paquets de plantes dans une grande caisse en bois doublé de zinc, et dans laquelle on fait évaporer du sulfure de carbone. Cette caisse doit être hermétiquement fermée au moyen de vis et de papier collé sur les jointures, pour empêcher les émanations de s'en échapper; quarante-huit heures suffisent pour détruire les insectes

vivants. Tous les ans, au moment de l'éclosion des insectes, on renouvelle l'opération; on est ainsi assuré de la conservation des plantes. Pour éviter le danger qui pourrait résulter pour l'opérateur de l'aspiration du sulfure de carbone, il est prudent de placer la caisse dans un endroit très-aéré, ou de ne l'ouvrir qu'au grand air. Les collections de bois, de graines et de fruits peuvent être préservées des insectes de la même manière.

HERBIERS ARTIFICIELS

L'herbier, sans le dessin pour le compléter, ne suffit pas, et même il importe pour le composer d'avoir un guide iconographique, nous ne disons pas complet, il n'y en a pas, mais du moins à peu près suffisant, et dont les figures soient aussi exactes que possible.

D'une part, pour s'épargner les frais d'acquisition et les embarras d'iconographies coûteuses et volumineuses, d'autre part pour abréger le temps consacré à la reproduction graphique, on a souvent essayé d'obtenir des *herbiers artificiels* au moyen d'un décalque prompt et durable des plantes. Les procédés généralement usités ont été tantôt une couleur à l'huile, tantôt du noir d'imprimerie dont on enduit la-plante avec soin. On la transporte ensuite sur du papier blanc, et par une pression modérée, on obtient une empreinte qui ne manque quelquefois pas de vérité. Ce procédé s'applique aux feuilles avec assez de succès, moins bien aux tiges, et n'est pas du tout propre aux fleurs: quelquefois, on retouche les parties défectueuses; d'autres fois, on les dessine en entier; mais ce mode de reproduction manque de netteté, et ne donne en général qu'une silhouette grossière. Les feuilles finement découpées, comme celles des fumeterres, de la plupart des ombellifères, ne réussissent qu'à demi; et rien n'est plus difficile, quand bien même on obtiendrait une empreinte convenable, que de conserver à ces feuilles leur disposition naturelle. C'est au moyen d'un rouleau chargé de noir, dont le degré de liquidité est assez difficile à obtenir, qu'on couvre le revers de la feuille: mais, par ce moyen, l'égalité de distribution de l'encre présente des difficultés, à cause de l'impossibilité de fixer tout à fait la feuille ou la plante dont on veut obtenir la reproduction; on réussit mieux en l'appliquant sur un papier chargé de noir, en la soumettant à

une pression modérée, soit au moyen d'un rouleau, soit au moyen d'une presse à deux cylindres, comme les presses autographiques, et en faisant le report sur du papier blanc, d'une épaisseur suffisante pour céder aux effets de la pression, et légèrement humecté à l'avance. Mais, pour obtenir de bons résultats, il faut une longue pratique et un matériel qui exige un établissement fixe. MM. de Humboldt et Bonpland ont eu recours à un moyen de ce genre dans leur voyage ; mais on voit aisément qu'ils manquaient du matériel et du temps nécessaires pour obtenir des empreintes parfaites [1].

Quelquefois on joint au décalque de la plante, fait avec une couleur bistre, des fleurs ou des fruits dessinés à la main, et retouchés au pinceau. On s'épargne par ce moyen le dessin du feuillage ; mais ce procédé, qui ne manque pas de charmes, n'est applicable qu'à certains végétaux. On échoue dès qu'on a affaire à des végétaux au feuillage confus ; le crayon et le pinceau sont obligés de tout réparer avec grande perte de temps. Disons seulement que c'est un des mille moyens employés pour s'éviter la peine de faire un dessin complet.

Pour perfectionner le procédé du décalque et le rendre utile surtout aux voyageurs, qui n'ont pas toujours le temps de faire un dessin

1. Il existe des essais de reproduction par impression, dite *naturelle*, qui remontent à près de deux siècles ; mais quoique repris à diverses époques, ils sont loin encore de donner des résultats satisfaisants, larges et surtout capables de vulgariser la science par l'iconographie. En 1666, Ad. Spigel fit mention de ce moyen dans son *Isagoge;* mais ce ne fut qu'en 1733 que Kniphoff publia, à Erfurt, sous le titre de *Botanica in originali*, deux cents figures de plantes médicinales d'une reproduction grossière ; vingt-cinq ans plus tard, il fit paraître douze centuries de plantes retouchées au pinceau. D'autres s'en occupèrent ensuite, spécialement Marcellin Bonnet, de Carcassonne, qui donna des impressions en couleur, et Seligmann, qui, en 1748, sous le titre de *Réseau vasculaire des feuilles*, reproduisit, en trente-six planches, un grand nombre de feuilles privées de leur parenchyme et imprimées en rouge avec une si rare perfection qu'il faut une loupe pour en suivre bien les détails. Le procédé employé pour obtenir ce résultat est long et minutieux ; il exige une patience toute germanique. Pour obtenir le réseau fibro-vasculaire d'une feuille, on fait macérer celle-ci dans l'eau jusqu'à ce que la substance soit assouplie ; on l'étend sur un corps parfaitement horizontal, qui ne présente pas trop de rigidité, et, avec une brosse à poils droits et roides, on frappe doucement pour détruire peu à peu le tissu parenchymateux, jusqu'à ce qu'il ait tout à fait disparu. C'est alors seulement qu'on prend l'empreinte de la feuille, qui est d'une netteté admirable, puisque chaque maille de ce réseau délié est devenue parfaitement distincte. L'imprimerie impériale de Vienne, dont on a vu des travaux merveilleux aux Expositions générales de Paris et de Londres, a fait faire, depuis quelques années, de grands progrès à l'*impression naturelle* appliquée aux végétaux, au moyen de procédés ou nouveaux, ou perfectionnés.

exact, en ce qui touche particulièrement la nervation, si importante à connaître, il en est un qui permet de prendre sans travail l'empreinte d'une feuille simple ou composée, en en reproduisant les plus fines nervures avec une parfaite netteté. On prend du papier à lettre de belle qualité, et on l'immerge pendant quelques instants dans une solution de chlorure de sodium (sel commun), dont le dosage dépend de la nature du papier : en général, 5 à 6 grammes pour 30 grammes d'eau suffisent largement. On le laisse sécher à l'air libre, puis on l'imbibe, par immersion, sur une seule face (l'application au pinceau étant toujours défectueuse), d'une solution d'azotate d'argent cristallisé, à la dose de 4 grammes pour 30 d'eau distillée. Cette opération, qui doit être faite à l'abri de la lumière diffuse, et peut avoir lieu à la lueur d'une veilleuse, exige une quantité suffisante de liquide pour que l'immersion soit égale partout. Il faut avoir soin de ne pas verser sa solution d'azotate d'argent dans le plat où l'on a mis sa solution de chlorure de sodium, parce qu'il se formerait du chlorure d'argent, qu'on reconnaît à son précipité blanc et caillebotté; il vaut mieux choisir un autre vase. On laisse sécher à l'ombre la feuille préparée, et quand elle est sèche, on dispose dessus symétriquement les feuilles dont on veut obtenir l'empreinte, et qui demandent à être employées plutôt fraîches que sèches. On les pose avec soin, et toujours dans l'obscurité, pour ne pas provoquer prématurément la sensibilité du papier; après qu'on les a bien déployées, car on en peut mettre plusieurs de dimension moyenne sur une même page, on place le tout sur le verre d'un appareil fort simple, et qui n'est autre que le diaphanographe de M. Lard, dont il diffère par son verre qui est poli au lieu d'être mat. Il se compose d'un châssis à gorge, au fond duquel est posé un verre que recouvre une feuille de carton retenue par les deux petites traverses fixées sur le dos de ce même carton, et dont les deux bouts s'engagent dans des rainures pratiquées dans la gorge du châssis. On presse ses feuilles de manière à ce qu'il n'y ait pas de lacune entre elles et le papier, et on les expose ainsi à la lumière solaire, ce qui accélère l'opération; dans le cas contraire, à la lumière diffuse, mais depuis le matin jusqu'à midi ou une heure; plus tard, les rayons lumineux ont perdu de leur puissance, et l'opération est lente et imparfaite. Au bout de peu d'instants, le papier devient d'un noir intense, et l'on reconnaît que la préparation a été bien faite quand la teinte est uniforme. La

feuille trace alors sur le papier sa silhouette avec une exactitude qu'on attendrait vainement du pinceau le plus habile, et quand elle est terminée, ce qui a lieu le plus souvent au bout de quinze à vingt minutes, suivant le degré d'intensité de la lumière, et ce dont on ne peut s'assurer qu'en allant examiner dans l'obscurité les progrès du décalque, on immerge la feuille en entier dans une faible solution d'hyposulfite de soude, à laquelle on ajoute quelques gouttes de la solution d'azotate d'argent, pour fixer le dessin. Lorsque les blancs ont pris du brillant et que les noirs sont devenus francs, on peut regarder l'image comme fixée d'une manière définitive; mais il faut pour toute cette opération, qui procure de charmantes épreuves, acquérir le tact que donne seule l'habitude. Si on n'a pas laissé ses feuilles assez longtemps à la lumière, ou si l'on a mis sur une même page des feuilles épaisses et d'autres à tissu lâche et fin, quand ces dernières seront venues, les autres ne présenteront encore qu'une silhouette grossière; si l'on a attendu que celles-ci fussent parfaites, les autres se seront colorées d'une teinte uniforme. Il faut donc associer les feuilles par similitude de composition textulaire et veiller avec soin au progrès de l'opération. On peut, en employant ce procédé, avoir des dessins de la plus grande pureté, et posséder en quelques heures, car la durée moyenne de l'opération est de vingt minutes, une cinquantaine de décalques de feuilles dont il faudrait des mois entiers de travail pour obtenir la reproduction minutieuse. Il est important de faire observer qu'après le décalque, le lavage est l'opération capitale : elle fixe les tons et leur donne la finesse qui fait le mérite de ce procédé. Si on lave négligemment, ou l'on efface, ou la lumière détruit l'empreinte en peu d'heures. On ne peut même savoir que le décalque est irrévocablement fixé qu'en l'exposant à la lumière pendant quelques instants; si les finesses deviennent confuses, c'est que l'opération du lavage a été faite précipitamment ou sans les précautions nécessaires. Il faut, pour que les empreintes soient durables, que les blancs soient purs et les noirs très-foncés.

Donnons encore quelques conseils sur les moyens de réunir en peu de temps et à peu de frais, si l'on connaît seulement le dessin linéaire, des dessins qui servent au moins d'aide-mémoire. Il faut représenter par un trait léger l'ensemble du port de la plante, dessiner minutieusement, soit au moyen d'une loupe montée, soit d'un microscope, en se servant toujours du même grossissement, les ca-

ractères de l'espèce-type, et, au-dessous des caractères du genre, disposer ceux des diverses espèces qui le composent, en se bornant à ne reproduire que le caractère essentiel de chaque espèce. Ainsi, la feuille, qui constitue souvent le caractère le plus saillant de l'espèce, est dessinée dans son contour, avec indication de la disposition des nervures primaires seulement. Dans quelques cas, on y ajoute l'organe ou la partie d'organe qui constitue un caractère. Par exemple, on trouve dans les *millepertuis* des calices dont les divisions sont chargées de glandes dans quelques espèces, et ne le sont pas dans d'autres; on reproduit, dans ce cas, soit le calice entier, soit un sépale seulement ou une des folioles calicinales. Il faut donc se borner à reproduire avec intelligence le caractère spécifique; et pour tirer un bon parti de ces dessins, il faut disposer méthodiquement cet ensemble de caractères. On mettra toujours en tête la figure du genre et les détails qui en font connaître l'organographie, puis au-dessous, dans des cadres égaux en grandeur, et dans l'ordre des affinités, les caractères spécifiques, ce qui fait bien mieux connaître la différence spécifique que ne le feraient des dessins isolés et sans ordre. On peut, avec de l'habitude, faire au moins dix dessins de genre par jour, et peut-être trente ou quarante de caractères spécifiques; au bout d'une année de travail, on aura une collection précieuse.

Le moyen de fixation des images par transparence est une œuvre d'art : il sert à obtenir avec précision les détails les plus finis de la structure vasculaire des feuilles; mais ce dernier est plus simple, bien qu'il comporte le fini du dessin, et il a sur l'autre l'avantage de pouvoir reproduire les détails de tous les organes, en même temps qu'il permet d'employer la méthode synoptique.

Nous ne terminerons pas ces Notions préliminaires sans dire que, si l'on n'a pas d'iconographie sous les yeux, on ne peut arriver, malgré l'exactitude minutieuse des descriptions, à aucun résultat profitable. Les langues, tout en multipliant leur nomenclature scientifique, sont impuissantes à décrire les formes avec précision; sans le secours du dessin, qui vient en aide à la description et qui l'éclaircit, on ne peut rien déterminer d'une manière parfaite. Le dessin est même, on ne saurait trop le répéter, un des plus puissants auxiliaires des herbiers naturels, qui ne présentent souvent que des squelettes desséchés et noircis, ou des fleurs qui ont perdu tous leurs caractères. Quant au choix des iconographies, il est d'une impor-

tance capitale; une iconographie mauvaise ou seulement imparfaite dans la forme des sujets représentés, est plus nuisible qu'utile. Malheureusement, il faut bien le reconnaître, il en est fort peu de bonnes ou seulement de passables, surtout en France. Mieux vaut un nombre borné de figures bien traitées, de types bien reproduits, qu'un nombre considérable de figures mal faites et propres à ne donner que des idées fausses. Voilà pourquoi dans les Atlas de cet ouvrage nous nous sommes beaucoup moins préoccupés de la quantité que de la qualité.

BOTANIQUE GÉNÉRALE

LIVRE PREMIER

GÉNÉRALITÉS DE LA BOTANIQUE

NOTA. — Notre division par LIVRES, dont chacun a ses CHAPITRES SPÉCIAUX, permet au lecteur de modifier l'ordre de ses études et de ne pas adopter celui que nous avons cru devoir suivre, en procédant, comme nous le faisons, des aperçus d'ensemble aux détails organiques. Ainsi, dans le cas où il préférerait commencer par l'étude des *organes* avant de commencer par celle des *généralités de la science*, il pourra se porter tout de suite au LIVRE DEUX. Chacun de nos livres forme, pour ainsi dire, un tout complet.

BOTANIQUE
GÉNÉRALE

GÉNÉRALITÉS DE LA BOTANIQUE

CHAPITRE PREMIER

APPARITION SUCCESSIVE DES VÉGÉTAUX A LA SURFACE DU GLOBE

De même qu'il y a plusieurs manières de diviser l'étude de la botanique, il y a des manières différentes de procéder à cette étude. Les uns pensent qu'avant de contempler le vaste ensemble qui frappe tout d'abord nos yeux et de remonter aux principes mêmes de la formation des choses, il faut commencer par faire connaître les détails organiques, l'anatomie du végétal ; les autres pensent au contraire qu'il est plus logique de présenter les aperçus d'ensemble avant d'entrer dans les détails et de ne passer à l'analyse qu'après avoir posé les principes. C'est cette dernière manière que l'on a cru devoir adopter dans cet ouvrage, en le divisant toutefois par livres de manière à laisser au lecteur la faculté de donner à ses études un cours inverse.

Pour pénétrer le mystère de l'établissement des végétaux à la surface du globe, point de départ de la connaissance de l'évolution successive des organismes de l'époque actuelle, et qui permet de les grouper avec plus de sûreté, il faut étudier les conditions d'existence des végétaux contemporains des premiers âges de la terre, de ceux même qui flottaient au sein des eaux comme une poussière animée et n'étaient que les premiers rudiments de cette splendeur végétale qui frappe les yeux bien plus vivement que le règne animal : car, par sa mobilité, celui-ci passe devant les regards de l'observateur comme une ombre magique, tandis que le règne végétal, fixé

au sol, servant à l'homme de tapis et d'ombrage, fixe sans cesse et enchante sa vue.

Que l'ami de la nature, qui n'a jamais réfléchi sur le procédé de succession des formes, examine avec soin un de ces blocs gigantesques qu'on trouve dans la magnifique forêt de Fontainebleau, il y comptera cent végétaux peut-être, à partir des premiers lichens, de ces croûtes légères qui tapissent la roche jusqu'aux végétaux phanérogames établis sur cette succession de détritus provenant de la destruction de cinquante générations animées, et qui, là, épanouissent leurs fleurs et mûrissent leurs fruits comme s'ils croissaient dans un humus épais, résultat des débris de plante accumulés sur le sol pendant une longue suite de siècles. Ce bloc de grès est en raccourci l'histoire des temps antérieurs de la terre. Stérile et nue dans les premiers âges, elle s'est d'abord couverte de végétaux légers; puis les formes se sont développées, et les forêts, comme une flottante chevelure, ont fait ondoyer leurs cimes orgueilleuses sur un sol dont elles sont devenues l'ornement.

Voici comment on peut s'expliquer le phénomène actuel de la succession des plantes à la surface du sol :

La roche nue et imbibée par les eaux s'attendrit peu à peu sous l'influence des agents ambiants; le soleil et l'humidité en désagrégent des parcelles; quelques végétaux rudimentaires, des algues sans doute, s'établissent sur le roc comme une tache légère; ils y vivent, tant que, par leur destruction, ils n'ont pas accumulé une certaine quantité de terre fécondée par leurs molécules. A chaque végétation qui s'éteint, il se forme une masse nouvelle composée par le détritus des êtres antérieurs. Quand elle est devenue assez épaisse pour nourrir des végétaux d'un ordre plus élevé, il commence à croître des lichens, croûtes gélatineuses qui affectent des formes diverses et sont douées d'une hygrométricité d'autant plus grande que leur texture est plus foliacée. Le sol fertile s'accroît, les débris en se superposant forment une couche de plus en plus épaisse : alors les mousses, les fougères couvrent le sol, et dans ce milieu, fourni par des myriades d'années, le végétal phanérogame apparaît et ne cesse plus de couvrir la terre, en proportionnant toujours son développement à la fertilité du sol. Tel est le procédé général. Il reste à le démontrer par l'histoire de la terre, et c'est à la géologie qu'il faut demander ces renseignements.

Quel que soit le système qu'on adopte pour expliquer la formation première de la terre, qu'on la regarde comme une masse sphéroïdale en état d'incandescence, ou comme une simple nébuleuse accrue de toutes les molécules qui se trouvaient dans son rayon d'attraction ; que la chaleur aille en progressant à l'infini, et, arrivée au centre, atteigne 200,000 degrés; ou que ce phénomène n'en dépasse pas la croûte, épaisse de 20 kilomètres : nous ne pouvons nous refuser à reconnaître qu'une longue période de tourmente a précédé l'apparition de la vie; que l'eau couvrait toute la surface du globe, et, sans cesse agitée, s'opposait à l'agrégation des molécules animées, et que l'organisme n'a pu s'y établir qu'alors qu'il y a eu un commencement d'emergence ou de hauts-fonds formés par le soulèvement des masses submergées.

Il dut se passer bien des siècles avant que la vie pût régulièrement s'établir au milieu de ce monde en convulsion, au sein de ces eaux brûlantes sans doute et incessamment remuées. Quand les premières roches sortirent du sein des mers et élevèrent au-dessus des flots leurs crêtes brûlantes, la vie était encore impossible; il fallait que des périodes plus calmes vinssent succéder à ces perturbations, et que le milieu fût devenu habitable pour des êtres vivants, tant comme température que comme composition chimique de l'atmosphère et des eaux.

Quel aspect offrait la terre avant l'époque où se formèrent les premières couches sédimenteuses, indice d'une période de repos qui permettait aux matières en suspension dans les eaux de se déposer en couches régulières, nul ne le peut dire ; ce qu'on sait seulement, c'est que pendant l'époque appelée par les géologues la *première période*, et qui, commençant aux premiers terrains de sédiment, s'élève jusqu'aux formations houillères inclusivement, on voit la vie apparaître sur la terre qui offrait l'aspect d'une vaste mer, de laquelle sortaient çà et là de petites îles dont la végétation devint de plus en plus luxuriante.

Pour faciliter l'intelligence de cette partie de notre ouvrage, nous croyons utile de faire précéder l'entrée en matière de l'histoire de l'évolution des végétaux à la surface de la terre, d'un tableau emprunté à la Géologie de M. Beudant, indiquant dans l'ordre linéaire la succession des terrains, et d'y joindre une planche représentant la coupe géologique du globe (Atlas I, pl. 1).

	Alluvions modernes.
	Alluvions anciennes.
Dépôt de la Bresse, collines subapennines, gypse.	Terrain subapennin.
Faluns, molasse et nagelflüe, gypse d'Aix.	Terrain de molasse.
Gypse parisien, calcaire grossier, argile.	Terrain parisien.
Craie blanche.	Terrain crétacé supérieur.
Craie marneuse.	
Craie tufau.	Terrain crétacé inférieur.
Craie verte.	
Grès vert.	
Dépôts néocomiens.	
Groupe portlandien.	Terrain jurassique.
Groupe corallien.	
Groupe oxfordien.	
Grande oolithe.	
Lias.	
Marne irisée.	Terrain de trias.
Calcaire conchylien.	
Grès bigarré.	
Grès vosgien.	Terrain pénéen.
Calcaire pénéen.	
Grès rouge.	
Grès houiller.	Terrain houiller.
Calcaire carbonifère.	
Vieux grès rouge, grès divers, schistes anthraciteux.	Terrain devonien.
Calcaires et schistes micacés.	Terrain silurien.
Schistes micacés, calcaires, gneiss.	Terrain cambrien.
	Matières inconnues, peut-être primitives.

L'ordre d'évolution paraît avoir été le suivant :

Aux époques les plus anciennes, des végétaux cryptogames acrogènes (ou croissant par l'extrémité) : algues, fougères, lycopodiacées ; plus tard, des gymnospermes (végétaux à graines nues), représentés par des cycadées et des conifères ; enfin, des angiospermes (végétaux à graines revêtues d'une enveloppe), palmiers, amentacées, acérinées, etc. C'est ce qui a déterminé M. Adolphe Brongniart à appeler la première période, règne des acrogènes ; la deuxième, règne des gymnospermes, et la troisième, règne des angiospermes. Dans les deux premières périodes, il existe simultanément des acrogènes et des gymnospermes, mais les premiers l'emportent sur les seconds ; dans la seconde, l'inverse a lieu, et les végétaux angiospermes manquent entièrement ou ne montrent que de rares et incertaines traces.

Dans les terrains schisteux et dans la couche inférieure des formations cambrienne, silurienne et devonienne, on trouve à peine quelques traces de végétaux, bien qu'il paraisse en avoir existé à l'époque des gneiss, et que l'anthracite indique une origine végétale. Les genres y sont peu nombreux, et les seuls qu'on y reconnaisse sont les *fucoïdes*, plantes marines ; les *calamites* de la famille des équisétacées (Atlas 1, pl. 2, fig. 1 et 2) ; des fougères appartenant aux genres *sphenopteris* (Pl. 2, fig. 3), *cyclopteris*, *pecopteris* et *sigillaria* ; enfin des lycopodiacées arborescentes, *lepidodendron*, et les *stigmaria*, qui augmentent en nombre et en variations spécifiques à mesure qu'on s'éloigne des terrains cambriens.

On trouve, à cette première époque, des mollusques, des polypiers, des crustacés et des poissons, ce qui est l'indice d'une végétation marine abondante ; car les animaux créophages n'ont pu venir qu'après les phytophages, et l'on peut regarder les mollusques, presque tous bivalves à cette époque (excepté dans les terrains carbonifères où apparaissent les univalves et quelques radiaires), comme les premiers habitants des ondes. Ils ne pouvaient, d'après la structure de leurs organes de manducation, se nourrir que de végétaux gélatineux et divisés à l'infini, tels que des algues microscopiques ou de ces êtres ambigus que réclament à la fois les botanistes et les zoologistes, comme étant de leur domaine ; les polypes mêmes vivaient sans doute de ces derniers. Les crustacés, se nourrissant de matières animales putréfiées, formaient probablement le degré inférieur de la

série des animaux créophages, vivant de proie et donnant la mort. Il faut dire aussi que, dans les derniers degrés de l'animalité, les appétits sont obtus, et que le choix des aliments ne s'est pas encore manifesté. Tout est incertain dans ces êtres primitifs, qui sont les premières ébauches de la nature. Quant aux poissons, ils sont dans le même cas : phytophages d'abord, vivant ensuite de mollusques, ils ont dû suivre la loi universelle. On pourrait même admettre que le premier degré de créophagie a été l'appétit des chairs mortes, et que plus tard seulement, le besoin, l'abondance de proie vivante et l'abus de la force ont amené la créophagie véritable, telle que la pratiquent aujourd'hui les carnassiers. A mesure que les eaux et les parties émergées se peuplaient de végétaux, que le milieu devenait plus propre à la vie, elle s'irradiait avec rapidité, et plus elle augmentait dans les deux règnes, plus le jeu des formes devenait varié. Le perfectionnement de ces formes suivait aussi l'accroissement du nombre des êtres et leurs variations, et le progrès était surtout dans l'appropriation des appareils de la vie organique, qui, dans les animaux, tendait à les séparer de ceux de la vie de relation. Dans le principe, en effet, tous les appareils sont confondus, et ce n'est qu'en s'élevant dans la série que chaque fonction affecte un appareil spécial qui lui sert d'instrument. Conformément à cette loi d'évolution ascensionnelle, nous ne trouvons, dans les couches inférieures, que des végétaux acotylédones ; il faut arriver aux terrains houillers pour trouver une végétation abondante, accompagnée d'une grande ampleur de formes. A l'époque où ces terrains se formèrent, la surface découverte du globe ne se composait encore que d'îles et d'archipels, et pas de grands continents; la température était, d'après l'opinion des géologues, beaucoup plus élevée qu'elle ne l'est aujourd'hui, bien que d'autres prétendent que les variations, non de température générale, mais de climats, ne viennent que d'un déplacement de l'écliptique, dont le dernier aurait été cause du cataclysme dont nous retrouvons les traces en interrogeant les entrailles de la terre. Quoi qu'il en soit de ces deux hypothèses, auxquelles nous ne nous arrêterons pas, on admet qu'à cette époque la surface du globe était baignée par une mer d'eau chaude, au milieu de laquelle s'élevaient quelques îles, et qui déposait des calcaires de transition servant d'appui aux terrains houillers. Ces masses de houille sont, chacun le sait aujourd'hui, des détritus de végétaux ligneux, qui ont subi à la fois la

pression des eaux et des terres, et l'altération résultant d'une immersion prolongée.

Les mers de cette époque avaient perdu les trilobites; mais elles renfermaient, en revanche, de nombreux mollusques et même des céphalopodes, groupe déjà très-élevé dans l'échelle des êtres sous le rapport de la structure, et, à côté des poissons sauroïdes, quelques rares squales.

Tous les genres de végétaux appartenant à cette époque sont éteints; on en compte une soixantaine, et plus de cinq cents espèces.

Les végétaux acotylédones sont représentés par des équisétacées renfermant 19 espèces du seul genre *Calamites* (Pl. 2, fig. 4 et 5); des fougères offrant les genres : *Sphenopteris*, dont on connaît 50 espèces (Pl. 2, fig. 8); *Pecopteris*, avec 80 espèces, parmi lesquelles se trouve le *Pecopteris aquilina* (Pl. 2, fig. 9), qui ressemble beaucoup à notre *Pteris aquilina; Nevropteris*, avec 32 espèces, dont la plus remarquable est le *Nevropteris Loshii* (Pl. 2, fig. 7); *Odontopteris*, avec 10 espèces, parmi lesquelles l'*Odontopteris Brardii*; des *Filicites* et des *Cyclopteris* (Pl. 3, fig. 2); en tout, plus de 300 formes spécifiques; des marsiléacées, renfermant le genre *Sphenophyllum* (Pl. 3, fig, 4) et 10 espèces; des lycopodiacées, le genre *Lepidodendron* (Pl. 2, fig. 6), dont les tiges présentent des mamelons rhomboïdaux disposés en spirale, et au sommet desquels on reconnaît la cicatrice des feuilles, et qui compte 40 espèces; les *Lycopodites*; le genre *Stigmaria*, de la même famille, aux tiges cannelées et non articulées, garnies de cicatrices disposées par séries longitudinales, parmi lesquelles on distingue le *Stigmaria ficoïdes* (Pl. 3, fig. 8).

Les monocotylédones ont pour représentants la famille des palmiers et les genres *Flabellaria*, *Nœggerathia*, *Zygophyllites*, sous très-peu de formes spécifiques; celle des cannées, le genre *Cannophyllites*, avec une seule espèce. On y rattache les genres incertains *Trigonocarpum* et *Musocarpum*, qui sont riches en formes spécifiques. Les dicotylédones sont les *Walchia* (Pl. 3, fig. 7 et 9), voisins des *Araucaria*. L'ordre d'importance est celui-ci : dans les couches les plus anciennes, les *Lepidodendron* et les *Calamites*; les *Sigillaria*, dans les moyennes; les *Asterophyllites* et les *Annularia* dans les dernières : nous citerons entre autres l'*Annularia brevifolia* (Pl. 3, fig. 3).

On reconnaît, à l'inspection des empreintes des terrains carbonifères, que ce sont les débris accumulés des lycopodiacées, des fougères, et des équisétacées, mêlés aux végétaux cellulaires croissant au fond des eaux, qui ont formé la masse du combustible que nous retrouvons aujourd'hui comme une des richesses les plus précieuses pour l'industrie. Sans doute que le procédé qui leur a donné naissance est semblable à celui qui préside aujourd'hui à la formation de nos tourbes, avec une différence seulement dans le milieu. Ils résultent de l'accumulation sur place des végétaux qui couvraient le sol; ce sont des formations d'eau douce alternant exceptionnellement avec des couches renfermant des animaux marins. Dans les eaux douces qui submergeaient les marais houillers, se trouvaient un petit nombre de mollusques conchifères, assez semblables aux anodontes et aux mulettes.

Les végétaux y affectent les formes simples, avec un développement gigantesque. Ainsi, les fougères arborescentes ne sont pas, comme aujourd'hui, des arbres de 6 à 8 mètres au plus, et en moyenne de 2 à 3 : elles avaient alors de 15 à 20 mètres de haut; les lycopodes, ces herbes rampantes qui dressent à peine leurs petites têtes en massue au-dessus du sol, sont représentées par le *Lepidodendron*, qui a de 20 à 25 mètres d'élévation; les équisétacées, dont les prèles forment le genre unique et qui affectent des formes les rapprochant des conifères, sont aujourd'hui des végétaux herbacés de 60 à 80 centimètres au plus; à l'époque houillère, les espèces du genre *Calamites* avaient de 3 à 5 mètres.

On remarque donc, à cette époque, ce qui se reproduit encore de nos jours : c'est-à-dire qu'on voit la cryptogamie dominer d'autant plus que les îles sont plus petites, ce qui tient surtout au climat pélagien, et ce qui prouve qu'à l'époque de la formation houillère il y avait des îles partout et pas de continents; c'est pourquoi les cryptogames y étaient plus nombreux que les autres êtres de la série végétale.

Le rapport des végétaux les uns aux autres est le suivant : les cryptogames acrogènes y figurent pour 350 espèces, les fougères y sont représentées par 40 genres, sans compter quelques algues et 1 champignon; quelques lycopodiacées avec de nombreuses variations dans la forme, car les *Lepidodendron* comptent 40 espèces; les *Équisétacées*, 2; les *Calamites*, 10; les *Nœggerathia*, 20; les *Sigillaria*, 35;

les *Asterophyllites*, 20 ; les monocotylédones douteuses, 15 espèces ; pas d'angiospermes.

On voit que la Flore primitive était peu variée, et elle semble avoir été partout la même, comme le montre l'identité des empreintes trouvées en Europe et en Amérique. Il y avait donc en tout environ 500 végétaux. Comme ils se sont succédé pendant la longue suite de siècles qui a précédé cette grande période, on peut dire qu'il ne s'en est pas trouvé plus de 100 à la fois. Ce qui prouve combien la Flore européenne différait de ce qu'elle est aujourd'hui, c'est qu'on compte 250 espèces de fougères fossiles, tandis qu'on en compte maintenant à peine 50.

Les monocotylédones ne se sont développées qu'à la fin de cette période. Les cryptogames, aujourd'hui détruits, dominaient donc pendant les premières époques, et les dicotyledones gymnospermes qui y apparurent ne virent pas la période suivante.

Voici la proportion comparée des groupes végétaux les uns aux autres à l'époque primitive et à la nôtre :

Sur 100 espèces, on compte 92 cryptogames, 6 dicotyledones et 2 monocotylédones ; aujourd'hui, sur 100 espèces, nous comptons 3 à 4 cryptogames, 80 dicotylédones et 10 monocotylédones.

La deuxième période, qui vit complétement disparaître la végétation antérieure, comprend les terrains pénéen, triasique, jurassique et crétacé. A cause de l'importance des terrains que nous allons examiner et de la diversité des temps, des lieux et des modes qui leur ont donné naissance, il faut les étudier séparément. Nous commencerons par les terrains pénéen et du trias ; ces deux groupes, appelés encore terrain psammérythrique ou triasique, ont succédé à la formation des dépôts de houille après des dislocations puissantes, et le grès rouge déposé sur la houille n'est qu'un complément de toutes les roches antérieures. On peut juger, d'après le mode de distribution de cette roche, qu'à l'époque où cette perturbation eut lieu, les parties émergées du globe étaient assez considérables, et que déjà même les îles avaient acquis une étendue assez grande pour affecter l'aspect continental.

Quant au caractère paléontologique de ce terrain, il est particulier. Les poissons y sont nombreux en espèces, et l'on y trouve des genres nouveaux ; les tortues y sont associées aux sauriens ; et les oiseaux, dont on n'a jusqu'alors découvert aucune trace, y apparais-

sent sous une forme qui semble être celle des grands échassiers. Nous insistons sur l'apparition des animaux, parce qu'elle est contemporaine des évolutions végétales, et que les granivores ne peuvent s'être multipliés qu'à l'époque où les végétaux étaient assez abondants pour subvenir à leurs besoins. On trouve déjà, dans cette formation, des genres connus; mais plus de la moitié ont cessé d'exister. Quant à la végétation, elle est difficile à préciser ; on ne trouve que des algues dans les schistes bitumineux et une naïadée, le *Zosterites agardhiana*.

Dans le vieux grès rouge, les végétaux dominants sont les *palmiers* et les *conifères*, ces précurseurs de la végétation phanérogame : dans le calcaire pénéen, ce sont surtout des *fucoïdes* qui indiquent une origine ancienne ; le grès vosgien, qui lui est superposé, ne renferme que quelque peu de bois silicifié, indice toujours infaillible de la présence des eaux. L'étage inférieur des grès bigarrés, époque de peu de durée, est assez riche en empreintes de végétaux carbonisés. L'étage supérieur contient beaucoup de végétaux : ce sont des *calamites* (Pl. 4, fig. 1), un grand nombre de fougères et des *calamodendron;* le *Voltzia* (Pl. 4, fig. 3), genre le plus remarquable de la famille des conifères, y est abondant, ainsi que le genre *Haidingeria*. C'est à cette époque qu'on voit apparaître le plésiosaure, animal étrange, dont la tête est semblable à celle du lézard, et qui a les pattes d'un cétacé et le cou d'un serpent.

Dans le calcaire conchylien, qui a trois étages, on ne trouve de végétaux, parmi lesquels on peut citer les *Nevropteris* et *Mantellia* (Pl. 5, fig. 5), que dans les étages inférieur et supérieur ; car dans l'étage moyen on ne trouve rien ou presque rien. Ce qu'il y a de frappant dans cette évolution ascendante, c'est que l'on voit pour la première fois apparaître des annélides, et que l'on trouve des becs de seiche (mollusques du groupe des céphalopodes ; ce qui indique déjà une plus grande perfection dans la forme de certains organes. Les poissons y sont représentés par des espèces nouvelles, et les sauriens, mi-partis poissons et sauriens, tels que l'ichthyosaure, se montrent pour la première fois et durent jusqu'à la fin du terrain oolithique.

Les marnes irisées, qui ont trois étages, abondent en végétaux de la famille des cycadées ; on ne trouve que quelques *fougères* et *équisétacées*, aucuns *conifères* : dans les grès keupriques, ce sont des bois minéralisés, désignés sous le nom de *stipite*, et qui servent de chauffage quand ils ne sont pas trop pénétrés de substances minérales : car.

dans ce cas, on s'en sert pour en extraire de la couperose et de l'alun. Cependant, dans le Wurtemberg, on les emploie comme combustible. Les genres *Nilsonia* et *Pterophyllum* (Pl. 4, fig. 2) appartiennent à ce terrain.

Le terrain jurassique est digne d'étude à cause de ses apparitions organiques. A l'époque de sa formation, les eaux couvraient encore la plus grande partie de l'Europe, et les animaux devaient y être très-abondants, si l'on songe que les couches du carolrag sont presque exclusivement composées de débris de coquilles et de polypiers. Les ammonites et les bélemnites y vivaient en nombre considérable, ce qui tend à prouver que les mers étaient en général peu profondes. La plus grande partie des mollusques de cette époque appartiennent à des genres éteints, et il n'existe plus une seule espèce vivante des poissons de cette période. Les sauriens y sont devenus de plus en plus abondants; ils formaient sans doute une grande partie de la population du littoral, ce qui permet de penser que la vie animale s'était assez multipliée pour que ces êtres voraces trouvassent une nourriture abondante; car une des lois communes aux animaux comme aux végétaux, c'est que le nombre en est constamment proportionnel à la nature du milieu où ils ont été placés, c'est-à-dire aux facilités de la vie. Les formes sous lesquelles ils se présentent sont celles des crocodiles, des ptérodactyles, des plésiosaures et des ichthyosaures. D'après la manière dont ils sont conservés, on est tenté de croire qu'ils ont été subitement enfouis, ce qui doit avoir également eu lieu pour des végétaux essentiellement terrestres, qui n'ont pas subi des déformations que semblerait comporter un long transport.

La végétation de cette longue et remarquable période diffère de celle qui précède autant que de celle qui suit : les lycopodiacées n'y sont plus représentées que par une seule espèce; les calamites, les palmiers des formations carbonifères, ont disparu ; il y a un bien moins grand nombre de fougères à nervures réticulées, comme on l'observe dans le *Pachypteris ovata* (Pl. 5, fig. 1); ce sont, en général, des cycadées appartenant aux genres *Zamia* (Pl. 5, fig. 3), *Zamites* et *Otozamites*, et des conifères, parmi lesquelles se trouvent les genres *Brachyphyllum* (Pl. 5, fig. 4), *Taxites* et *Thuytes*. La végétation paraît avoir ressemblé à celle de l'Australie. Cependant on ne trouve aucune trace de végétaux angiospermes.

Le lias est riche en corps organisés, et les végétaux y sont nom-

breux, entre autres les fougères. On y trouve aussi des palmiers et leurs fruits.

Le groupe oolithique, qui comprend jusqu'au groupe portlandien, ne contient de végétaux en abondance que dans l'étage inférieur. Les conifères s'y présentent sous la forme du genre *Brachyphyllum* (Pl. 5, fig. 4), et l'on y trouve, outre les cycadées, des marsiléacées, parmi lesquelles il convient de citer les *Baiera Huttoni* et *dichotoma*, et un véritable *Equisetum*, qu'on a appelé *Equisetum columnare* (Pl. 4, fig. 4). Il y en a peu dans les étages moyen et supérieur; mais ce qui caractérise surtout cette période et montre comment le règne végétal a été la première base de la nourriture des animaux appartenant aux diverses séries, c'est que les mammifères apparaissent sous deux formes herbivores : ce sont les genres paléothérium et anoplothérium, dont la structure dentaire indique des animaux vivant plutôt de végétaux herbacés que de branches d'arbres. On voit par là que la terre devait alors être tapissée de plantes basses et gazonnantes, et que les terres émergées devaient avoir une certaine étendue, pour que ces animaux pussent vivre éloignés des sauriens, qui se retiraient dans des petits golfes près des eaux.

Dans la partie supérieure de cette seconde période, nous remarquons que des émergences nouvelles eurent lieu, et qu'alors se produisirent des amas d'eau douce; sur la pente des montagnes, dans le thalweg des grandes chaînes, coulèrent des ruisseaux et des rivières qui charriaient leurs débris jusque dans la mer. Les dépôts néocomiens sont riches en restes d'animaux et de végétaux; de grands reptiles qui n'ont plus d'analogues parmi nous, tels que l'iguanodon, l'hylæsaurus, le megalosaurus, vivaient au bord des fleuves, et l'on trouve souvent une quantité considérable de débris de tortues des genres émyde, trionyx et chélonée. Tout ce qu'on a pu observer en Europe concourt à prouver que les terres nues étaient assez considérables, mais qu'au milieu de ces petits continents il y avait de larges étangs habités par des paludines, en telle abondance, qu'elles constituent seules des couches calcaires d'une assez grande puissance. Les équisétacées et les fougères y sont nombreuses; les conifères offrent les *Cryptomeria*, parmi lesquels on distingue le *Cryptomeria primæva*, les *Abietites*, les *Dammarites*, les *Araucarites*, et l'on peut signaler, parmi les cycadées, le *Mantellia nidiformis* (Pl. 5, fig. 5), qui s'y trouve à l'état siliceux. Ce sont ces végétaux qui ont donné

naissance aux amas de lignites qu'on voit à la base des terrains crayeux. Les produits lacustres ne sont mêlés à des restes marins que parce que la mer revint couvrir les terrains d'eau douce.

Quant à la végétation, elle est beaucoup moins riche dans la craie blanche que dans l'étage inférieur. Il s'est opéré, à cette époque, un changement qui a dû restreindre la vie à la surface du globe; les points émergés ont dû être recouverts par les eaux, et ce qui confirme cette opinion, c'est qu'on ne trouve, dans les dépôts appartenant à cette dernière période, que de rares débris de sauriens.

Le caractère de la période qui nous occupe est l'apparition des dicotylédones-angiospermes qui commencent à se montrer dès le principe de l'époque crétacée. On trouve des *fucoïdes encœlioides* (Pl. 4, fig. 8) dans le grès qui porte leur nom, à cause de leur abondance. Les palmiers s'y retrouvent sous la forme palmacites (Pl. 5, fig. 9). Les dicotylédones-angiospermes y sont en petit nombre, et sont représentées surtout par des amentacées et quelques genres mal déterminés.

La troisième période, qui commence au terrain parisien, se termine à l'époque actuelle. On peut en opérer évolutivement la division en trois groupes : le terrain supercrétacé, qui part du terrain parisien pour finir aux alluvions anciennes; le second désigné sous le nom de terrains clysmiens, et le troisième formé par les terrains récents ou les alluvions modernes.

Cette période se distingue par l'abondance des végétaux dicotylédones-angiospermes, et, parmi les monocotylédones, par les palmiers, moins nombreux pourtant que les premiers. On ne trouve déjà plus de cycadées en Europe, et les conifères appartiennent à des genres propres aux régions tempérées.

Après la période crétacée, il se passa à la surface du globe de nombreux changements : les terres augmentèrent, et avec elles le nombre des êtres vivants; il disparut cependant, par suite du changement qui s'était opéré dans la température, un grand nombre de végétaux de nos contrées. Ainsi nous ne trouvons plus, ni dans l'argile plastique, ni dans le calcaire grossier, les fougères et les cycadées gigantesques qui y vivaient aux époques antérieures; toutefois nous y rencontrons encore des palmiers, mêlés à des ossements de crocodiles et de pachydermes, ce qui indique que notre climat était au moins le même que celui de la Syrie. On trouve dans le terrain parisien un grand nombre d'algues et de monocotylédones, et surtout beaucoup de

formes extra-européennes ; ce sont des jongermannites, des muscites, des équisétacées, des chara, des calamites, particulièrement le *Calamites parisiensis*, des *Potamogeton* et des *Flabellaria parisiensis*. On trouve aussi dans ce terrain, parmi les dycotylédones, des conifères, telles que les *Juniperites*, les *Thuytes*, les *Cupressites*, les *Pinites*, les *Taxites*. Puis on y rencontre des amentacées appartenant aux genres *Juglans*, *Ulmus*, *Betulus*, et, entre autres espèces caractéristiques, le *Betulinum parisiense*; des légumineuses, des œnothérées, des malvacées, des éricacées et des sapindacées. Les empreintes végétales sont nombreuses dans l'argile plastique ; jusqu'à ce moment on n'a reconnu aucune apparence de plante marine : ces empreintes sont plutôt palustres, appartenant aux genres *Exogenites* et *Endogenites*. Le calcaire grossier contient des débris appartenant aux genres *Culmites* et *Flabellites*, surtout dans sa partie moyenne ; et, dans le calcaire d'eau douce, on trouve pour la première fois des graines de *Chara medicaginula*. Les grès de Fontainebleau présentent quelques traces de végétaux qui paraissent appartenir au groupe des monocotylédones : l'argile à meulière compacte contient des troncs d'arbres silicifiés, et outre l'espèce de *Chara* citée plus haut, les graines du *Chara elicteres*. On y trouve aussi les graines du *Nymphæa Arethusæ*, mêlées à des *Exogenites* et des *Lycopodites*.

Dans le terrain de molasse jusqu'aux faluns, les cryptogames apparaissent rarement. On peut citer, parmi les monocotylédones, quelques graminées, les liliacées et plusieurs palmiers. Parmi les dicotylédones, on en trouve beaucoup dont le bois est silicifié : ce sont toujours des conifères. Mais le nombre des familles angiospermes augmente : ce sont des laurinées, des ombellifères, des cucurbitacées, des apocynées, etc. Ce qui caractérise cette époque, c'est le mélange des formes exotiques propres aux régions chaudes de l'Europe avec celles des régions tempérées.

Dans les argiles qui accompagnent les lignites, on reconnaît des ormes (Pl. 5, fig. 7), des noyers, des bouleaux, des érables et un *Comptonia* (Pl. 5, fig. 8). Les fruits même de certaines espèces ne peuvent être distingués de ceux qui existent aujourd'hui dans notre climat. On signale particulièrement, dans les gypses du Midi, des débris de bois de palmier et des empreintes du genre *Palmacites* (Pl. 5, fig. 9).

Au-dessus des faluns on ne trouve plus de formes équatoriales ;

le caractère de la flore est devenu celui des régions tempérées; on remarque cependant encore des genres étrangers mêlés aux genres indigènes, tels que des *Achras*, des *Sapindus*, des *Celastrus*, des *Comptonia*, des *Liquidambar*, des *Bauhinia*, des *Cassia*. Le *Tilia prisca* y figure comme type de la famille des tiliacées. On est frappé du grand nombre d'espèces d'érables et de chênes qui s'y rencontrent.

Les alluvions anciennes, le *diluvium* ou terrain diluvien des géologues anglais, qui ont entrepris de faire concorder les transformations du globe avec la Bible, ont un tout autre aspect : les terres se sont élevées, les eaux douces coulent de toutes parts dans les replis du sol, et la vie peut se répandre. Ce n'est pas toutefois qu'il ne s'y passe encore d'étranges changements : ce sont des sources jaillissant du sein de la terre et venant ajouter au désordre qui règne à sa surface; ce ne sont pas seulement des eaux douces, mais des eaux chargées de carbonate de chaux, de carbonate de fer, ou acidules et rongeantes, qui percent les couches inférieures et viennent s'épancher au dehors.

Nous n'avons plus à signaler ici que la grande évolution animale sous sa forme dernière, qui est l'apparition de l'homme. Partout on trouve des éléphants, des rhinocéros, des ours, des chiens, des chats, des hyènes, des bœufs, des cerfs, et, dans les cavernes à ossements, les débris de ces animaux sont mêlés à ceux de l'homme et à des restes d'une industrie grossière. La végétation a suivi la même marche : ce sont des végétaux dicotylédones d'espèces autres que celles que nous connaissons aujourd'hui, ce qui prouve que la flore européenne était différente de ce qu'elle est actuellement : elle en possédait un grand nombre dont on ne trouve plus aujourd'hui les analogues qu'en Amérique et dans l'Afrique australe. La répartition des végétaux est alors seulement devenue proportionnelle au climat; et sur les points qui se sont refroidis, les dicotylédones ont pris le dessus. Le monde organique est complet; il ne varie plus dans ses types, mais seulement dans quelques-unes de ses formes; sa puissance plastique ne va pas au delà.

Nous ne parlerons pas des alluvions modernes : c'est l'histoire de notre époque : il n'y a plus qu'à résumer ce long chapitre en peu de mots.

Malgré les lacunes, immenses sans doute, qui existent dans la série

végétale fossile, nous voyons manifestement les végétaux passer, dans leurs évolutions, du simple au complexe, et suivre une véritable voie ascendante par le perfectionnement symétrique des organes, ce qui sera développé dans un des chapitres suivants pour l'ensemble des végétaux de notre époque.

CHAPITRE II

GÉOGRAPHIE BOTANIQUE. — DISTRIBUTION DES VÉGÉTAUX A LA SURFACE DU GLOBE.

Après avoir jeté un coup d'œil rapide sur la flore antédiluvienne, il convient de passer sans transition à la distribution actuelle des végétaux à la surface du globe, pour bien faire connaître les lois générales de la végétation. Quelques-unes seulement, les plus importantes, nous sont connues; mais il en est d'autres qui nous échappent, et qui longtemps peut-être encore seront enveloppées de mystère.

Aujourd'hui que la météorologie a pu rassembler un nombre respectable de faits, il nous est possible d'apprécier les causes qui changent le caractère de la végetation d'un pays et contribuent à en modifier le climat. Nous allons rapidement passer en revue les lois climatériques, afin de bien faire comprendre celle qui a présidé à la distribution des végétaux et les causes de la variété qui règne dans la dissémination de ceux-ci à la surface du globe. Ce sont la température, les vents, les courants, les pluies et la lumière.

La première et la plus importante de ces lois est la température : en effet, la température de la terre et de l'espace joue dans le caractère de la végétation un rôle qu'il est difficile de méconnaître. Elle émane de deux sources distinctes : le soleil, son foyer le plus direct, et la chaleur propre à la terre elle-même, qui varie, suivant la nature du terrain et les circonstances locales, entre 12 et 35 mètres pour un degré, avec une moyenne de 31 à 32 mètres. Cependant à 6 ou 7 mètres seulement, le thermomètre enfoncé dans le sol reste stationnaire et indique une température égale à celle de la moyenne de l'année. Il en résulte que cette seconde source de chaleur est d'une mince influence sur le développement des végétaux.

Un des principaux modificateurs de la chaleur terrestre est l'état du ciel : on conçoit, en effet, que la présence des nuages qui interceptent les rayons lumineux doit modifier la chaleur émise par les rayons solaires. Si cette influence est grande sous notre climat, elle

l'est bien plus encore sous les tropiques, où l'on remarque que les contrées dont le climat est pluvieux ont une température moyenne plus basse que les pays dont le climat est plus sec. Cette différence est surtout sensible sur la côte occidentale de l'Amérique du Sud.

Maintenant nous trouvons, comme cause permanente de modification dans le caractère des flores, les différences de température qui divisent la terre en climats si nombreux, et qui s'élèvent depuis + 47° de chaleur comme maximum, pour descendre jusqu'à — 50° comme minimum ; mais il faut observer que les extrêmes ne se trouvent que dans l'intérieur des continents, et que, sur les côtes, la différence est moindre. Nous voyons, par exemple, aux îles Féroë, par le 62° de latitude nord, la moyenne hivernale supérieure à celle de Londres. En hiver, la température moyenne de ces îles est — 3°,90 ; la température moyenne de l'été + 11°,60 ; la différence est de 7°,70 ; tandis qu'à Londres la moyenne de l'hiver est — 3°,22, celle de l'été + 16°,75 ; la différence est donc de 13°,53. Paris est dans le même cas, et la différence est même plus grande encore : la moyenne de l'hiver est — 3°,59, celle de l'été 18°,01 ; la différence est de 14°,42. A mesure qu'on pénètre dans les terres, la différence augmente : à Berlin, elle est de 18° ; à Prague, de 20° ; à Ratisbonne, de 21° ; à Saint-Pétersbourg, de 23° ; à Moscou, de 27° ; à Kasan, de 31° ; à Irkoutzk, de 33, et à Iakoutzk, de 56°. Cette loi est sans exception : la Norwége même a un climat plus doux dans l'hiver que la Suède, qui n'en est séparée que par les Dofrines ; ainsi, quand on a traversé cette chaîne, on trouve d'un côté le climat pélagien, et de l'autre le climat continental.

Quoique dans la règle les températures soient dépendantes, non-seulement de la latitude, mais encore de la longitude, on voit des points qui ont une température moyenne égale avec une différence de latitude de 14°. On trouve que la ligne qui passe par tous les points dont la température moyenne est de 11° à 11°,5, atteint dans l'Amérique du Nord le 45°, et dépasse le 50° en Europe ; sur les bords de la mer Noire, elle descend au 44° ; peut-être même, dans le centre de l'Asie, tombe-t-elle encore plus bas.

Les températures moyennes sont si trompeuses, qu'on trouve rarement à les soumettre à une loi commune : ainsi Canton, Macao, Calcutta, la Havane et Owhyhée sont cinq points appartenant à la limite

extrême de la zone tropicale, presque sous le même degré de latitude et ayant pour température moyenne :

Calcutta	26°
La Havane	25°
Owhyhée	24°
Macao	22°,50
Canton	22°

On ne peut se faire, même avec l'aide de ces chiffres, une idée de la nature réelle des climats ; car, tandis que pendant juin, juillet et août, Canton et Macao ont une chaleur insupportable, Owhyhée jouit d'une température très-agréable.

Il faut donc chercher la cause de cette différence, qui prouve que l'angle sous lequel le soleil vient frapper la terre n'est pas le seul élément qui en détermine la température, dans les vents, le mobile le plus puissant de la rupture de l'équilibre.

Les vents sont soumis à des variations nombreuses, dont les causes ne nous sont connues qu'en partie ; mais nous n'avons pas ici à nous occuper des causes, nous n'avons qu'à étudier les effets.

Sur les côtes il règne constamment deux vents contraires : les *vents de terre* et les *brises de mer*. Ces deux phénomènes se renouvellent avec la plus admirable régularité : à neuf heures du matin, l'air, de calme qu'il était, commence à s'agiter ; il arrive de la mer un vent qui augmente en intensité et dure jusqu'à trois heures de l'après-midi ; il décroît jusqu'au coucher du soleil, pour faire place au vent de terre, qui dure jusqu'au matin. La direction de ces deux vents est perpendiculaire à celle de la côte, quand il ne vient pas un autre vent en modifier la direction.

Il existe également dans les montagnes des *brises de jour* et *de nuit*, provenant de l'échauffement alternatif des montagnes et de la plaine par le soleil levant : le premier détermine un courant ascendant, et le second produit un courant descendant.

Partout enfin où règnent des vents, soit continus, soit alternatifs, ils produisent dans la température des variations qui ont sur la régularité des saisons une influence caractéristique. Les *moussons* ou saisons de l'Hindoustan sont dues aux vents réguliers qui règnent pendant l'hiver et l'été, mais dans une direction différente.

La configuration des continents est la seule modification de la

marche des vents qui pénètrent fort avant dans les terres et qui y apportent du froid ou de la chaleur, suivant les régions qu'ils ont traversées.

Ainsi, dans le midi de l'Europe, les vents sont d'une âpreté remarquable; en effet, l'opposition entre la température élevée de la Méditerranée et celle des Alpes, dont les sommets sont couverts de neiges éternelles, donne lieu à des courants d'une extrême violence, et si le vent du nord-ouest, appelé en Provence *mistral*, vient à s'y mêler, il en résulte une *bise* qui renverse tout ce qu'elle trouve sur son passage.

Dans les déserts, où l'action du soleil n'est par amortie par une terre couverte de verdure, et où des sables quartzeux, mauvais conducteurs de la chaleur, renvoient par rayonnement le calorique accumulé, il se produit des vents si chauds que ce n'est que dans de rares oasis que l'humidité permet à la végétation de se produire. La terre alors n'est cultivable et habitable que le long des grands fleuves, tels que le Nil, l'Euphrate, le Tigre : partout ailleurs, la nature semble stérilisée par une chaleur desséchante. Cependant, en Hindoustan, où le règne végétal a atteint l'apogée de son développement, et dans les vastes plaines de l'Amérique du Sud, il règne des vents très-chauds, et, sur certains points, ils ont une qualité assez stérilisante pour que les essais de culture des plantes européennes n'y puissent réussir. Sur les côtes de l'Australie, tous les vents de terre sont également très-secs. Nous avons en Europe des vents qui participent à ces mauvaises qualités : tel est le vent du sud-est venant d'Afrique, appelé *sirocco* en Italie et *solano* en Espagne.

La direction des vents exerce encore une influence puissante sur la température. On a dressé des tables qui démontrent que, dans toute l'étendue de l'Europe, les vents les plus froids sont ceux du nord-est, du nord et du nord-ouest, et les plus chauds, ceux du sud et du sud-est. A Paris, il y a une différence de près de 4° entre la température régnant par un vent du nord-est ou par un vent du sud.

Les courants sont encore des causes d'échauffement ou de refroidissement. Par conséquent, ils jouent un rôle important dans la nature des climats : on peut citer entre autres le *gulf-stream*, qui, parti des tropiques, traverse l'Atlantique en conservant une température assez élevée pour que, entre les 40° et 41° de latitude, les

eaux du courant aient encore une température de 22°, tandis qu'en dehors elle n'est que de 17°. Partout où passent ces courants à température élevée, ils accroissent celle des terres le long desquelles ils coulent. Aussi, quoique sous la même latitude, les Florides sont-elles plus chaudes que les Canaries de près de 2°.

La température de l'équateur, déduite de celle des lieux situés entre les tropiques, est de 27°,53 en moyenne, et l'on remarque que sur ce point de la terre les différences de latitude ont beaucoup moins d'influence sur le climat, ce qui tient à la faible hauteur du soleil dans les différentes saisons, et à l'influence des courants marins et aériens qui règnent dans ces pays.

Le rôle de la température dans la végétation étant des plus importants, on l'a étudié le premier pour chercher les rapports qui existent entre la distribution de la chaleur et le caractère de la végétation. C'est ce qu'a fait M. de Humboldt, en traçant le premier, sur des cartes, des lignes passant par tous les points dont la température moyenne est la même, ce qui lui a donné une série de courbes qu'il a désignées sous le nom de lignes *isothermes*, c'est-à-dire ayant une température égale. Elles sont loin de décrire des courbes parallèles en s'éloignant de l'équateur ; elles subissent des inflexions qui tantôt les rapprochent, tantôt les font capricieusement s'écarter l'une de l'autre, et elles n'ont conduit qu'à cette connaissance : c'est que la température de l'ancien continent est plus élevée que celle du nouveau, et que sur les continents, la température est plus basse dans l'intérieur des terres que sur les bords de la mer, et sur le littoral occidental que sur l'oriental. Ces différences sont indépendantes des latitudes, et le parcours d'une même *isotherme* peut varier de 2,000 kilomètres; la différence est d'autant plus grande qu'on s'éloigne davantage de l'équateur. On se bornera au simple énoncé de cette loi, sans entrer dans aucun développement sur le parcours des principales lignes *isothermes*. Nous dirons toutefois que l'on trouve sur la même *isotherme* l'Écosse et la Pologne, l'Angleterre et la Hongrie, ce qui n'empêche pas que les climats de ces quatre régions ne soient aussi dissemblables que leur végétation.

Un des faits les plus importants constatés par le tableau des lignes isothermes, c'est que le pôle nord n'est pas le point le plus froid de la terre, et qu'il y a dans l'intérieur de chaque continent un pôle du froid, c'est-à-dire un point où la température est la plus

basse. Ces travaux n'ont été faits que pour l'hémisphère boréal ; on manque encore de renseignements sur l'hémisphère austral, de sorte qu'on n'a que quelques éléments d'*isothermie* de cette partie du monde.

La condition d'*isothermie*, déjà si insignifiante comme moyen d'apprécier le caractère d'une flore locale, n'est pas suffisante pour que la végétation soit identique ; il faut pour cela qu'elle soit également distribuée dans le cours des saisons, de sorte qu'à travers l'année il n'y ait pas de différences trop considérables. On a donc établi deux autres systèmes de lignes imaginaires : les unes dites *isothères*, passant par les lieux qui ont, en été, une même somme moyenne de chaleur ; et les autres dites *isochimènes*, passant par les lieux dont la température est semblable en hiver. Ce qui prouve jusqu'à quel point ces données sont changeantes, c'est que ces deux systèmes de lignes sont bien loin d'être parallèles aux *isothermes*; et l'on comprend en effet combien, à travers l'étendue des continents, il est difficile de trouver des localités dont la situation soit tellement identique, que la distribution de la chaleur y puisse être la même ; on ne peut guère trouver cette égalité de température que dans le voisinage des grandes masses d'eau ; aussi les îles ont-elles une température plus uniforme que les continents, et les petites îles plus que les grandes ; il y a même, à latitude égale, des différences de 20° et plus.

La température décroît encore avec la hauteur ; car la terre n'est pas plate, mais se montre hérissée d'inégalités, et ses parties les plus basses sont celles qui, partant des bords de la mer, montent jusqu'à ce qu'elles aient atteint un point culminant présentant une pente du côté opposé, le tout massé en terrasses irrégulières, coupé de vallées, et formant, là des amas de montagnes, plus loin des chaînes étendues. Ici le roc est nu, et la terre stérile se couvre à peine d'un mince tapis de mousse ; là, il est surmonté d'une épaisse forêt d'où s'exhalent des masses de vapeurs humides, qui arrêtent les vents dans leur cours ou les dispersent. Ajoutons à cela les rivières, plus ou moins rapides, resserrées dans un thalweg profond, les masses d'eau réunies sur certains plateaux ou sur des terrasses, et l'on verra que tout concourt à modifier puissamment la chaleur, qui déjà suit une loi décroissante à mesure qu'on s'élève (Atlas I, Pl. 6).

A l'équateur, la loi du décroissement est à peu près la même dans

toutes les saisons; mais il en est autrement dans les régions polaires, et l'on a trouvé qu'au Spitzberg le décroissement moyen est de 1° pour 172 mètres. On a remarqué que, dans les Alpes, cette hauteur varie suivant les mois de l'année; il faut 176 mètres en été, et 270 en hiver, pour avoir un abaissement d'un degré. Il en résulte que la différence entre la moyenne de l'été et celle de l'hiver diminue à mesure qu'on s'élève dans les montagnes. Dans les plaines de la Suisse, à 400 mètres, elle est de 19°; sur le Saint-Gothard, à 2,091 mètres, elle est de 14°,9; sur le Saint-Bernard, à 2,493 mètres, de 13°,5. De Saussure pensait qu'à 12 ou 13,000 mètres, la différence entre les saisons devait disparaître. En France, la moyenne du décroissement a été évaluée à 145 ou 148 mètres pour un degré.

Dans l'Amérique du Sud, le décroissement de la température a été évalué à 1° pour 191 mètres dans les montagnes, et 1° pour 243 sur les plateaux; dans les Indes, on trouve au midi 177 et au nord 226; en Sibérie, c'est 247 mètres, et aux États-Unis 222.

La quantité moyenne de pluie joue un grand rôle dans la végétation, et il existe, sous ce rapport, des différences caractéristiques, ce qui influe puissamment sur l'aspect végétal d'une région. Dans certains pays, la pluie ne tombe qu'avec une extrême rareté; dans d'autres, ce sont de véritables torrents. M. de Humboldt a vu, sur les bords du Rio-Negro, tomber, en cinq heures, 47 millimètres d'eau, et cela se renouvelait tous les jours. A Bombay, il en est tombé en une seule journée 108 millimètres. Depuis huit heures du soir jusqu'à six heures du matin, la quantité d'eau recueillie était de 277 millimètres. Sous les latitudes plus élevées, il tombe moins d'eau dans un temps donné, et lorsque la quantité observée en un jour dépasse 3 centimètres, les plaines basses sont inondées.

Entre les tropiques, l'abondance des pluies est grande, mais la chute en est plus réglée; aussi divise-t-on l'année en deux saisons, la saison sèche et la saison pluvieuse. Dans l'Amérique méridionale, située au nord de l'équateur, le ciel est serein depuis décembre jusqu'en février; à la fin de ce dernier mois, l'air se charge d'humidité, et pendant tout le cours de mars les éclairs sillonnent le ciel. A la fin d'avril on est entré dans la saison des pluies; mais il s'en faut qu'elles tombent régulièrement à la même époque : quelquefois il ne pleut que la nuit, d'autres fois c'est seulement le jour; et, dans d'autres pays,

c'est aussi bien la nuit que le jour, ce qui paraît tenir au voisinage des montagnes. L'évaporation de l'eau tombée la veille sature l'air de vapeurs à un tel point, qu'en Afrique les objets qui ne sont pas exposés à l'action du feu sont pénétrés d'humidité. C'est cette époque qui amène généralement les maladies si funestes aux Européens. En Afrique, près de l'équateur, la saison des pluies commence en avril; dans le pays qu'arrose le Bengale, entre le 10° de latitude boréale et le tropique, elle dure depuis le commencement de juin jusqu'au commencement de novembre. Il en est de même dans l'intérieur des terres.

Sur les côtes occidentales de l'Amérique, à Panama, les pluies commencent dans les premiers jours de mars, et à San-Blas, en Californie, il pleut rarement avant le milieu de juin. Dans les pays situés près de l'équateur, où les époques du passage au zénith sont séparées par un intervalle plus long, on a deux saisons pluvieuses et deux saisons sèches.

La limite septentrionale de ces pluies périodiques n'est pas encore connue avec exactitude : à la Havane et à Rio-Janeiro, on remarque déjà des conditions climatériques qui ont quelque analogie avec celles des hautes latitudes. Dans le désert de Sahara, la limite paraît être vers 16 degrés de latitude boréale ; mais, sur les deux mers qui baignent les côtes d'Afrique, elle est plus septentrionale.

Dans l'Inde, la succession des saisons présente la même anomalie. La côte occidentale a la saison des pluies pendant la mousson de sud-ouest, et la saison sèche pendant celle de nord-est : tant que règnent les vents du sud-ouest, il y a des orages chaque jour. Dans l'intérieur des terres, les pluies sont rares, et sur la côte orientale le ciel est serein. C'est au mois de juillet que les pluies sont le plus abondantes.

Pendant la mousson de nord-est, les pluies tombent sur la côte de Coromandel ; mais comme les montagnes y sont moins escarpées, les pluies sont moins fortes. A cette époque, la côte occidentale jouit de la belle saison.

Sur le plateau du Décan, il y a un climat moyen, participant des deux, et l'on a remarqué, pour cette région, que la distribution de la pluie dépend de la distance qui la sépare de la mer.

La quantité de pluie qui tombe dans les Indes est telle, que, dans des lieux situés près de la mer, il en tombe pendant l'année de 190 à

320 centimètres; cependant la pluie est loin d'être continue: il ne pleut que pendant quelques mois, et seulement durant quelques heures de la journée. Les gouttes d'eau sont énormes, très-serrées et tombent à terre avec force. Dans l'intérieur, la pluie diminue à mesure qu'on s'élève; aussi, à Seringapatnam, est-elle à peine supérieure aux régions pluvieuses moyennes de l'Europe.

A mesure qu'on s'éloigne de l'équateur, la périodicité des pluies diminue, et l'on n'en peut déterminer la transition avec exactitude. Seulement on sait qu'entre les tropiques, il pleut en été, et au nord des tropiques, en hiver.

En Europe, la loi générale est la même; il pleut d'autant moins qu'on s'éloigne davantage des bords de la mer. En Angleterre il tombe, sur la côte occidentale, 95 centimètres d'eau par an; sur la côte orientale et dans l'intérieur, il n'en tombe plus que 65. Sur les côtes de France et de Hollande, la quantité de pluie est de 68 centimètres, et de 65 dans l'intérieur du pays; dans les plaines de l'Allemagne, de 54; à Saint-Pétersbourg et à Bude, de 43 à 46. Cette loi se trouve confirmée par le nombre de jours de pluie dans l'année. En Angleterre et dans la France occidentale, il y a en moyenne 152 jours de pluie par an; dans l'intérieur de la France, 147; dans les plaines de l'Allemagne, 141; à Bude, 112; à Kasan, 90, et dans l'intérieur de la Sibérie, 60 seulement.

Pour faire apprécier les différences que peuvent apporter, non-seulement la quantité de pluie, mais encore sa distribution suivant les saisons, voici quelques-uns des principaux rapports entre la somme de pluie tombée en hiver et celle tombée en été. En Angleterre et en France, la quantité d'eau qui tombe en été est à celle qui tombe en hiver comme 9 : 10; en Allemagne, il en tombe deux fois plus en été qu'en hiver; à Saint-Pétersbourg, trois fois, et en Sibérie quatre fois.

L'océan Atlantique n'exerce que peu d'influence sur les pays situés au nord de la Méditerranée. Les vents d'ouest se déchargent de l'eau qu'ils contiennent, sur les Pyrénées, les montagnes de l'Espagne et celles du midi de la France. Dans la vallée du Rhône, la quantité de pluie est à peine supérieure à celle qui tombe en Allemagne; mais avec une répartition différente.

En Italie, la distribution des pluies n'a rien de régulier, de sorte que cette étroite bande de terre, si accidentée pourtant, est soumise

à des variations assez grandes dans la végétation, à cause même de la différence d'humidité de son climat.

La lumière exerce encore sur la végétation une influence qu'il est impossible de méconnaître; c'est à elle que les tissus doivent, non-seulement leur couleur, mais encore leur fermeté; sous son influence, les fleurs sont plus chaudement colorées; les principes essentiels sont plus exaltés, les poisons plus dangereux, et les fruits plus sucrés et plus savoureux. Avec un décroissement dans l'intensité lumineuse, les tissus deviennent flasques et décolorés, la maturation est incomplète et les fluides aqueux dominent. La lumière est donc, avec la chaleur, une des principales sources de la vie. Ce qui explique la variété qui existe dans le caractère végétal propre à chaque climat, c'est que chacun d'eux reçoit d'une manière différente les rayons lumineux, et de leur plus ou moins grande obliquité, de la plus ou moins longue durée de la lumière dépend l'intensité des divers phénomènes signalés plus haut. On comprend de quel océan de lumière doivent être inondées les régions équatoriales, qui reçoivent presque verticalement les rayons du soleil pendant la moitié du jour, tandis qu'à mesure qu'on s'en éloigne, les nuits surpassent les jours en durée, les rayons lumineux ne frappent plus qu'obliquement la terre, et les végétaux ne jouissent plus au même degré de son influence bienfaisante. Une autre cause qui tend encore à modifier l'intensité des rayons lumineux, c'est la masse des vapeurs qui en interceptent l'action et en diminuent la force.

D'un autre côté, les plantes des montagnes reçoivent, il est vrai, la lumière plus directement; mais elles en profitent moins longtemps, car à peine sont-elles délivrées de leur manteau de neige et ont-elles joui des bienfaits d'une atmosphère lumineuse, qu'elles rentrent dans les ténèbres et n'ont connu que quelques jours de vie.

On a constaté, par des expériences réitérées, l'influence de l'électricité atmosphérique sur la végétation; on a même cherché à l'appliquer comme moyen d'excitation au développement des plantes; mais nous en savons trop peu sous ce rapport pour pouvoir assigner à ce fluide le rôle véritable qu'il joue dans l'évolution des végétaux. Il serait donc oiseux de se jeter dans des considérations théoriques tout à fait hors de propos. Ce qu'il importe d'établir dans ces prolégomènes, ce sont les causes qui, en modifiant les climats, c'est-à-dire les conditions d'existence des végétaux, ont pu apporter des

changements dans leur développement, leur forme et la durée de leur vie, afin de faire comprendre à la fois la loi de leur distribution, et celle de variation dans leur forme, sous l'influence des modificateurs ambiants.

Pour déterminer le mode de distribution des plantes à la surface du globe, on a divisé la terre en huit zones, qui sont :

1° La zone équatoriale, s'étendant à 15° de chaque côté de l'équateur, et jouissant d'une température annuelle moyenne de 26 à 28 degrés centigrades. L'humidité de son atmosphère contribue, avec le concours de la chaleur, à développer les formes végétales qui y sont aussi belles que variées.

2° La zone tropicale, qui commence au 15° et s'étend jusqu'aux tropiques, avec une température estivale moyenne de 26° et hibernale moyenne de 15° C. Déjà, sous cette zone, on trouve des variations assez nombreuses de la température.

3° La zone subtropicale, partant des tropiques et s'élevant jusqu'au 34°. Sa température moyenne est de 17° à 21° C., ce qui permet encore à des plantes équatoriales d'y réussir. C'est la zone la plus agréable pour l'habitation de l'homme, parce que l'hiver n'y est pas tel qu'on soit obligé d'imaginer des moyens de se soustraire à sa rigueur.

4° La zone tempérée chaude, qui comprend du 34° au 45° de latitude, et dont la température moyenne est de 12° à 17° C.

5° La zone tempérée froide, qui commence au 45°, et finit au 58°, avec une température moyenne de 6° à 12° C.

6° La zone subarctique, qui comprend du 58° au 66°,32, avec une température moyenne de 4° à 6° C.

7° La zone arctique, partant du cercle polaire, 66°,32, s'étendant jusqu'au 72°, et dont la température moyenne n'est guère de plus de 2° C.

8° La zone polaire, commençant au 72° et se prolongeant jusqu'aux pôles. La durée de l'été y est de cinq à six semaines. La température moyenne est de — 16°,9 ; en été, elle est de + 3°,1 ; dans le mois de juillet elle s'élève à 5°,8 ; mais, en août, elle retombe à 1°,2, et l'hiver elle descend jusqu'à — 33°,3.

Ce système paraît au premier abord capable de satisfaire l'esprit : on y voit des coupes régulières avec des températures moyennes bien tranchées ; mais ce qu'on ne sait pas, c'est qu'à l'exception, peut-

être, de la première et de la dernière zone, qui sont les mieux déterminées, les autres comportent une infinité de nuances dans les climats, avec une différence, en plus ou en moins, souvent considérable. Il y a dans ces zones, comme partout ailleurs, des climats continentaux et marins, des plaines, des terrasses et des montagnes. En un mot, on ne pourrait, même en multipliant plus encore les zones, arriver à des unités climatériques et régionales[1].

1. Voici d'autres observations susceptibles de trouver ici leur place, que nous extrayons de la *Géographie physique* de Malte-Brun :

« Le voisinage de la mer modère les températures excessives. Dans les climats ardents, les contrées maritimes sont moins chaudes que le milieu des plaines. Dans les latitudes élevées, les côtes et les îles sont moins froides que l'intérieur des continents. Dans les montagnes de la Norwége, on a vu une armée suédoise périr de froid; on en trouva les cadavres encore en rang. Cependant les côtes de ce pays jouissent d'un climat relativement très-doux; le port de Bergen ne gèle pas aussi souvent que la Seine. Nous avons des exemples encore plus voisins de nous : les lauriers, les figuiers, qui ne peuvent subsister sans soins, pendant l'hiver, aux environs de Paris, sont de la plus belle venue et ne demandent aucune précaution durant les plus rudes hivers, sur les côtes de Bretagne, particulièrement de Saint-Nazaire à Brest. Les myrtes et les grenadiers croissent aussi naturellement dans plusieurs parties des côtes de France, sur l'Océan, tandis qu'à une certaine distance en arrière dans les terres, on n'en voit plus.

« Dans nos contrées, comme en Amérique, les vents d'ouest prédominent : or, ces vents qui viennent des mers sont toujours tempérés; car la température des mers n'est jamais ni très-haute ni très-basse; en effet, la mobilité de la masse liquide et l'équilibre qui tend à s'y maintenir ne permettent pas qu'une couche superficielle se refroidisse beaucoup, comparativement aux autres; car dès que la température de cette couche s'abaisse, son poids augmentant, elle descend dans la masse, et un autre vent vient la remplacer.

« On remarque aussi que l'hémisphère austral est plus froid que l'hémisphère boréal; ce qui provient de ce que le premier est en grande partie recouvert par les eaux. Or on sait que les eaux ne s'échauffent pas aussi facilement que le sol, une grande quantité du calorique qui leur est envoyé étant absorbé par l'évaporation, la congélation et la fonte des glaces.

« Une observation qui jette une vive lumière sur les variations de la température de certaines localités est celle qui permet d'établir que les travaux de l'homme à la surface de la terre peuvent notablement changer et modifier la température d'un lieu. D'après les relations des anciens, on est porté à croire que le froid en Europe était jadis plus intense qu'aujourd'hui. Nous savons positivement que le climat d'Amérique est devenu plus chaud depuis qu'on a diminué la surface des forêts de ce pays. En effet, les forêts d'une grande étendue, dit Humboldt, empêchent les rayons solaires d'agir sur le sol; leurs organes appendiculaires (les feuilles) provoquent l'évaporation d'une grande quantité d'eau, en vertu de leur activité organique, et augmentent la superficie capable de se refroidir par voie de rayonnement. Les forêts agissent donc de trois manières : par leur ombre, par leur évaporation, par leur rayonnement.

« Dans son beau travail sur la chaleur centrale du globe, M. Cordier pense que la plupart des différences de température qu'on observe sur un même parallèle pourraient

On a beau vouloir faire intervenir les lignes isothermes, on n'est pas arrivé à une loi qui satisfasse l'intelligence. Les climats suivent des lois plus capricieuses encore que les courbes isothermes, et des régions entières, telles que la Nouvelle-Hollande, la Nouvelle-Zélande, le cap de Bonne-Espérance, offrent un caractère de végétation qui ne ressemble à aucun autre. La découverte des lignes isothermes, isochimènes et isothères, semblait cependant devoir faire sortir la géo-

provenir de la plus parfaite conductibilité des couches géologiques qui enveloppent le centre incandescent de la terre. On sait que le globe a une température qui lui est propre et qu'à une certaine profondeur cette température, indépendante de l'action du soleil, reste constamment invariable. Les expériences démontrent qu'elle s'élève à mesure qu'on descend à des profondeurs plus grandes. La loi de cette progression est d'environ un degré par 32 mètres.

« Dans l'atmosphère, la température suit une progression inverse à celle du sol, c'est-à-dire qu'elle diminue à mesure qu'on s'élève au-dessus du niveau de la mer. On trouve que la température décroît également avec la hauteur dans tous les climats, lorsqu'on part d'une même température inférieure ; mais la loi de la progression change avec ce point de départ, de sorte que dans les zones tempérées, par exemple, d'après les observations de Saussure, elle est en hiver de 230 mètres par chaque degré du thermomètre centigrade, et de 160 en été. Il y a donc une hauteur où le refroidissement progressif atteint le terme de la glace. De là l'existence des neiges éternelles sur les hautes montagnes, et l'inégale élévation du point où elles commencent dans les différents climats et les saisons, mais aussi suivant l'exposition, et même l'état plus ou moins transparent du ciel.

« On doit à M. de Humboldt la précieuse application de la géographie des plantes à la nature de la température moyenne des lieux. Cet illustre voyageur a déterminé d'une manière générale l'élévation et la température des zones où chaque plante semble se complaire. Chaque végétal ne peut vivre qu'entre certaines limites déterminées de température, et la proximité de ces limites est indiquée par sa végétation plus ou moins chétive. Ainsi, l'aspect des végétaux qui subsistent dans chaque contrée offre une sorte de thermomètre vivant, qui indique aux voyageurs la moyenne des températures annuelles et leurs extrêmes.

« Une des questions les plus intéressantes que l'on puisse se proposer de résoudre est de savoir si l'état thermométrique a changé depuis les temps historiques. Voici la manière ingénieuse de laquelle M. Arago s'est servi pour trouver la solution de ce problème. Pour que la datte mûrisse, il faut au moins un certain degré de température moyenne. D'un autre côté, la vigne cesse de donner des fruits propres à la fabrication du vin, dès que la température dépasse un certain point du thermomètre également déterminé. Or, la limite thermométrique *en moins* de la datte diffère très-peu de la limite thermométrique *en plus* de la vigne. Si donc on trouve qu'à deux époques différentes la datte et le raisin mûrissent *simultanément* dans un lieu donné, on doit en conclure que dans l'intervalle le climat n'a pas sensiblement changé. La Bible nous apprend que, dans les temps les plus reculés, on cultivait le palmier en même temps que la vigne au centre de la Palestine ; que les Juifs mangeaient des dattes et buvaient du vin. Pline, Théophraste, Tacite, Josèphe, Strabon, en font mention. Voyons maintenant quels sont les degrés de chaleur que la maturation de la datte et celle du raisin exigent. A Palerme, en Sicile, côte nord, dont la tempé-

graphie botanique de son état d'incertitude et l'élever à la hauteur d'une science exacte ; mais il entre tant d'autres éléments dans la composition d'un climat, que l'on tombe encore dans l'arbitraire, et que l'on est aujourd'hui comme auparavant à la recherche de la loi véritable. Des efforts ont été faits dans ce sens, mais ils n'ont abouti jusqu'à présent à aucun résultat. La nature semble se jouer de nos méthodes ; elle nous échappe toujours par quelque endroit ; c'est pourquoi il n'y a pas, à proprement parler, de système satisfaisant en géographie botanique. Si nous employons la méthode des zones, nous avons un très-petit nombre de familles qui peuvent y entrer sans exception ; nous sommes toujours obligés de nous jeter dans l'arbitraire pour concilier les faits avec la théorie. C'est cependant encore cette méthode qui est le plus généralement adoptée comme étant la plus simple ; mais elle est en même temps la plus spécieuse. Ce ne peut être qu'un des éléments à employer dans l'étude des lois de distribution des végétaux, et c'est même par là qu'on devrait finir.

Willedenow, botaniste prussien, né en 1765, mort en 1812, chercha le premier la vérité dans une autre voie : il voulait grouper les végétaux de manière à former pour ainsi dire une région de chacun de ces groupes ; mais il était parti d'un point arbitraire, et ses efforts furent inutiles : il ne sortit pas la géographie bo-

rature moyenne surpasse 17°, le dattier croît, mais son fruit ne mûrit pas. A Catane, Sicile, côte orientale, par une température moyenne de 18 à 19°, les dattes ne sont pas mangeables. Elles mûrissent à Alger, dont la température moyenne est de 21°, mais elles ne sont pas bonnes, et pour les avoir telles, il faut s'avancer jusqu'au voisinage du désert, c'est-à-dire en des lieux où la température moyenne dépasse un peu 21°. D'après ces données, on peut déjà conclure qu'à l'époque où l'on cultivait le dattier en grand dans la Palestine, la température ne devait pas être au-dessous de 21°. M. Léopold Buc place la limite méridionale de la vigne à l'île de Fer, dans les Canaries, dont la température moyenne est de 22°. Par une plus forte température, on trouve bien encore en certains lieux quelques ceps dans les jardins, mais pas de vignes proprement dites. Nous venons de voir qu'en Palestine, dans les temps les plus reculés, la vigne était au contraire cultivée en grand ; il faut donc admettre que la température moyenne de ce pays ne surpasse pas 22°. La culture du palmier nous apprenait tout à l'heure que cette même température ne pouvait être au-dessous de 21°. Ainsi de simples phénomènes de végétation nous mènent à placer par 21°,5 du thermomètre centigrade le climat de la Palestine au temps de Moïse, sans que l'incertitude paraisse devoir aller jusqu'à un degré entier. Or, comme encore à présent la température moyenne de la Palestine est un peu supérieure à 21°, tout porte donc à croire que 3,300 ans n'ont pas altéré d'une manière appréciable le climat de cette contrée, que 33 siècles enfin n'ont apporté aucun changement aux propriétés lumineuses et calorifiques du soleil. »

tanique de son état d'incertitude. Il admit *à priori* que toutes les espèces végétales que nous trouvons dans les plaines et au pied des montagnes ont pris naissance sur ces mêmes montagnes, et que de là elles sont descendues sur les rampes des monts, puis à leurs pieds, et de proche en proche jusqu'aux parties les plus basses des terres. Il en résultait que chaque système de montagnes était un centre de création végétale, et qu'il fallait établir autant de groupes d'affinités végétales qu'il y a de systèmes. Ainsi, nous aurions eu en France le système des Pyrénées et celui des Alpes comme les deux systèmes dominants. Il aurait fallu, pour que l'hypothèse de Willedenow fût fondée, que chacun de ces systèmes eût sa flore spéciale, unique; mais il n'en est rien. Schouw nous apprend que, dans son voyage en Norwége, il prit la liste de toutes les plantes qu'il avait trouvées dans la vallée de Tinddal, et que, sur 125 espèces, 5 seulement ne se trouvent pas dans la flore de la Suisse; il répéta ailleurs, près de Gousta, la même observation, et arriva aux mêmes résultats.

Par une de ces méprises qu'on expliquerait chez tout autre que chez Willedenow, si l'esprit de système ne justifiait pas toutes les erreurs, ce botaniste regarde comme caractérique de la flore scandinave le *Satyrium repens*, l'*Arbutus uva-ursi*, les *Vaccinium myrtillus*, *vitis-idæa* et *oxycoccos*, l'*Andromeda poliifolia*, le *Linnea borealis*, le *Tofieldia borealis*, les *Malaxis læselii* et *paludosa*, et le *Sedum palustre*; or, les quatre premières de ces plantes se trouvent en Italie, les huit premières en Suisse, le *Sedum palustre* se rencontre dans les Carpathes, le *Tofieldia borealis* dans les Alpes de Salzbourg et le *Malaxis* aux environs de Paris. On voit par là jusqu'à quel degré Willedenow, parti d'un point si faux, a dû s'éloigner de la vérité.

Tréviranus a fait, en 1803, dans sa *Biologie*, une tentative semblable : il a essayé de réunir toutes les plantes du globe en un petit nombre de flores générales systématisées; mais il n'a rien pu tirer de satisfaisant de cette idée, qui paraît cependant la plus philosophique. A l'époque où il écrivait son livre, la science de la géographie botanique était trop peu avancée pour cela. Comme il partait d'une base positive, et non d'une base hypothétique comme Willedenow, quoiqu'il lui fût postérieur de six années dans sa publication, il se trouve plus empêché que lui par le défaut de documents précis.

Schouw, le seul botaniste qui se soit occupé avec persévérance de cette branche importante de la science, a cherché à grouper les plantes en régions, ou plutôt en *royaumes géographiques* (*geographiske riger*), et il admet pour principe qu'on n'y comprendra que les plantes dont la moitié au moins des espèces y sera indigène, dont le quart au moins des genres leur sera exclusivement propre ou s'y trouvera au maximum, et que des familles entières y croîtront exclusivement ou y auront leur maximum. Partant de ce principe, il établit les régions suivantes :

I. Des saxifrages et des mousses, avec deux provinces :
1° Les carex (flore arctique);
2° Les primulacées et les phyteuma (flore alpestre de l'Europe méridionale).

II. Des ombellifères et des crucifères, avec deux provinces :
1° Les chicoracées (flore de l'Europe septentrionale);
2° Les astragales, les halophytes et les cinarocéphales (flore de l'Asie septentrionale).

III. Des labiées et des caryophyllées, avec cinq provinces :
1° Les cistes (Espagne et Portugal);
2° Les salviées et les scabieuses (France méridionale, Italie, Sicile);
3° Les labiées frutescentes (flore du Levant et de la Grèce);
4° La province atlantique (Afrique septentrionale);
5° Les joubarbes.

IV. Partie orientale tempérée de l'ancien continent. Il donne à cette région le nom de Royaume des rhamnées et des caprifoliacées.

V. Des astérées et des solidaginées.

VI. Des magnoliées.

VII. Des cactées, des pipéracées et des mélastomées.

VIII. Des cinchonacées.

IX. Des escaloniées, des vacciniées et des wintérées.

X. Région chilienne.

XI. Des syngénésées arborescentes.

XII. Région antarctique.

XIII. Région de la Nouvelle-Zélande.

XIV. Des épacridées et des eucalyptées.

XV. Des mésembryanthémées et des stapéliées.

XVI. Région de l'Afrique occidentale.

XVII. Région de l'Afrique orientale.

XVIII. Des scitaminées.

XIX. Highland indien ou Terres hautes de l'Inde.

XX. Cochinchine et Chine méridionale.

XXI. Flore d'Arabie et de Perse ; il proposerait de donner à cette région le nom de Région des cassiées et des mimosées.

XXII. Iles de la mer du Sud.

Dans des leçons ultérieures, Schouw augmenta ce cadre de huit régions nouvelles, qu'il est inutile de citer, parce que les principes sur lesquels elles sont établies n'ont nulle ressemblance avec ceux qui servent de base aux régions précédentes.

On ne voit rien, dans ce plan, qui parle vivement à l'esprit ; ce mélange de noms géographiques et de noms de familles végétales fatigue l'intelligence, qui y cherche vainement une idée.

Depuis Schouw, il n'y a aucun travail qui ne rentre dans ces trois principales théories, même l'excellent ouvrage de Meyen, et le savant article d'Adrien de Jussieu sur le même sujet, publié dans le *Dictionnaire universel d'histoire naturelle* de d'Orbigny. Il convient de signaler cependant encore un des points de vue d'associations végétales par formes similaires, puisé dans l'ouvrage de Meyen, pour ne rien laisser ignorer des essais faits en ce genre.

Meyen a réuni un certain nombre de familles végétales en 20 groupes, qui rentreraient dans les régions de Schouw, bien qu'ils soient mieux définis. Ils n'apprennent, au reste, comme toutes les coupes arbitraires, que peu de chose sur la distribution géographique des végétaux ; car chaque fois qu'un groupe est bien naturel, ce groupe répond à une zone, de sorte que l'on n'a pu en tirer qu'un faible parti. Il est bon cependant de faire connaître ce mode d'association systématique, parce qu'il appartient à la botanique générale, et habitue à voir les végétaux par grands groupes et non morcelés en genres étriqués ou en espèces douteuses.

1er Groupe. — *Formes graminées :* Meyen comprend sous cette dénomination les *graminées vraies*, les *cypéracées*, les *restiacées* et les *juncacées*.

2e Groupe. — *Formes scitaminées*, comprenant les *scitaminées* et les *musacées*.

3e Groupe. — *Formes pandanées*, les *typhacées* et les *dracæna*, de la famille des asparaginées.

4e Groupe. — *Formes broméliacées*, les *broméliacées vraies*, avec leur tribu des *tillandsiées*.

5e Groupe. — *Forme des agavées* : ce groupe, dont le genre *agave* est le type, comprend les *aloès* et les *yucca*, de la famille des liliacées.

6e Groupe. — Les *palmiers*, auxquels se rattachent les *cycadées*, par leurs formes *cycas* et *zamia*.

7e Groupe. — Les *fougères* : il est composé de cette seule famille.

8e Groupe. — Les *formes mimosées*, démembrées de la grande famille des légumineuses.

9e Groupe. — Les *arbres verts* : ce groupe se compose de la grande famille de *conifères* avec le genre *casuarina*.

10e Groupe. — *Formes protéacées, épacridées* et *éricacées*. L'auteur rapproche ces trois familles comme ayant des caractères communs. Ils sont plus frappants pour les deux dernières que pour la première.

11e Groupe. — *Forme myrtacée*, rapprochée des *protéacées* à cause de la ressemblance du mode de floraison des *bancksia*, des *mélaleuca* et des *metrocidéros*.

12e Groupe. — *Forme des arbres à feuilles caduques*. Il comprend sous ce nom, non-seulement ceux dont les feuilles tombent à l'approche de l'hiver, mais ceux qui ont des feuilles persistantes avec un aspect général semblable. Ce sont les *amentacées*, les *ulmacées*, les *tiliacées*, les *acérinées*, les *ilicinées*, le genre olivier de la famille des *oléacées*, les lauriers, de la famille des *laurinées*, les grands arbres appartenant aux familles des *malvacées*, des *urticées* et des *euphorbiacées*.

13e Groupe. — Les *formes cactoïdées*, comprenant toute la famille des *cactées*, les *euphorbiacées cactoïdes*, quelques *asclépiadées*, parmi lesquelles les *stapelia*, les *sarcostemma* et les *ceropegia*.

14e Groupe. — Les *plantes charnues*, comprenant les *ficoïdées*, les *crassulacées*, auxquelles on pourrait réunir les *portulacées* charnues.

15e Groupe. — *Formes liliacées*, les *liliacées vraies*, les *amaryllidées*, les *iridées*, les *narcissées*.

16e Groupe. — *Forme des lianes* : ce sont tous les végétaux grimpants appartenant aux familles des *malpighiacées*, *bignoniacées*, *passiflorées*, *aristolochiées*, *viticées*, *convolvulacées*, *caprifoliacées*; *urticées*, le houblon, et *cucurbitacées*, la bryone.

17ᵉ Groupe. — *Forme des pothos,* comprenant les *aroïdées.*

18ᵉ Groupe. — *Formes orchidacées,* composées de la seule famille des *orchidées.*

19ᵉ Groupe. — *Forme des mousses,* comprenant les mousses.

20ᵉ Groupe. — *Forme lichénoïde;* ce groupe est composé de la grande famille des *lichens.*

On ne voit guère le parti scientifique à tirer de ce système d'association pour arriver à plus de précision dans la loi de distribution des végétaux; il ne comprend qu'un petit nombre de familles végétales, et ne pourrait servir qu'à montrer çà et là la substitution climatérique des végétaux les uns aux autres suivant les latitudes, pour que la même idée végétale fût représentée.

Pour l'intelligence de la distribution des végétaux à la surface du globe, procédons autrement. Envisageons d'abord par grands groupes les caractères de distribution des trois grandes classes du règne végétal, en remontant des tropiques vers les pôles, et en réunissant les familles par groupes ayant des affinités; nous terminerons par la comparaison du rapport numérique des zones avec les familles, en y joignant des considérations sur la flore des altitudes; et nous jetterons en même temps un coup d'œil sur la distribution des principaux végétaux utiles.

L'espèce n'étant généralement regardée aujourd'hui que comme un accident local, il ne faut pas attacher une trop grande importance à la représentation d'un genre dans une région par un grand nombre d'espèces, pour lui donner la priorité et établir sa prépondérance régionale; il est plus philosophique de s'attacher aux grandes manifestations morphologiques, et à ce point de vue les *familles* et les grands *genres* ont le plus d'importance. Cependant il faut regarder comme la région propre à un végétal celle dans laquelle les formes génériques sont exclusivement représentées par un grand nombre de formes spécifiques. Une autre considération, qui exigerait un volume et de longues études, est celle de l'association des familles, et des permutations qui se font de l'une à l'autre; mais nous ne pouvons encore en tirer de lois générales; un simple développement empirique nous suffira.

Nous trouvons, en commençant par les végétaux ACOTYLÉDONES, que les familles de cette classe sont répandues sur toute la surface du globe, tant sur la terre qu'au sein des eaux : les formes génériques et spécifiques seules varient; mais ces variations morphologiques ne

tiennent qu'à la différence des milieux. Les *confervacées* sont néanmoins plus répandues dans les parties froides de l'hémisphère boréal : les *ulvacées* sont, au contraire, un peu plus abondantes sous les tropiques. C'est surtout entre les 35° et 48° de latitude boréale que se trouvent les *floridées*, ce qui en fait des habitants des régions tempérées; elles sont plus rares dans l'hémisphère austral. Les *lichens*, malgré l'universalité de leur diffusion, paraissent cependant affectionner de préférence le Nord et l'Ouest : ils sont de structure plus parfaite vers l'équateur, et crustacés ou fruticuleux dans les régions froides ou les hautes altitudes. Les *champignons* sont très-rares sous les tropiques. Les *mousses*, abondantes partout, préfèrent néanmoins les zones froides et tempérées. La famille des *équisétacées*, quoique partageant la propriété d'ubiquité des autres familles de cette classe, ne se trouve néanmoins pas à la Nouvelle-Hollande. La grande et belle famille des *fougères* a également une distribution géographique très-étendue; mais elle affecte dans les régions chaudes des formes arborescentes, et c'est même dans la zone intertropicale que les genres sont le plus abondants; elle forme la 10e partie de la flore de la Jamaïque, la 9e de celle de l'Ile-de-France, la 7e de celle de la Nouvelle-Zélande, la 5e de cellé des îles de la Société, la 4e de celle de l'île de Norfolk, le tiers de celle de Sainte-Hélène; elles sont fort rares en Égypte, où l'on n'en compte qu'une pour mille plantes: à mesure qu'on s'élève vers les régions tempérées, les formes deviennent herbacées, et quelques-unes même ne sont plus que de toutes petites herbes. C'est dans cette zone qu'elles sont au minimum, et elles augmentent relativement à mesure qu'on s'élève vers les pôles : en Suède, elles constituent la 30e partie de la flore; en Islande, la 18e; au Groënland, la 10e, et au cap Nord, la 7e. Les *lycopodiacées* sont encore des plantes à vaste distribution, mais dont le centre de végétation est surtout sous les tropiques. Les *cycadées* sont presque exclusivement tropicales, mais elles sont plus rares dans les régions intertropicales de l'ancien monde.

Les formes tropicales arborescentes abondent surtout dans la classe des MONOCOTYLÉDONES. Les *musacées*, les *broméliacées*, les *xyridées*, les *palmiers*, les *aroïdées*, les *cannées*, les *pandanées*, sont des plantes qui caractérisent la zone équatoriale, et descendent néanmoins vers les zones tropicale et subtropicale, quoique par exception on trouve le *calla*, de la famille des *aroïdées*, jusqu'au 64° de latitude septen-

tropicale, et que le palmier dattier vienne jusqu'en Espagne, le chamérops jusqu'en Italie, et qu'on trouve le bananier en Syrie et même en Algérie, où il a été introduit par l'homme.

Les *hémodoracées*, les *narcissées*, les *iridées*, les *orchidées*, appartiennent également à des régions chaudes, mais plus rapprochées des pays tempérés. Le Brésil, l'Amérique du Sud et le Cap sont leur patrie de prédilection, et ce n'est que par exception qu'on en trouve des genres égarés dans d'autres régions ; il en faut cependant excepter les *orchidées*, qui sont, il est vrai, beaucoup plus nombreuses et plus belles dans les régions chaudes, même équatoriales, et y affectent des formes qu'on ne trouve pas dans les pays tempérés ; mais elles montent assez haut dans la zone tempérée froide : elles décroissent cependant à mesure qu'on s'élève vers la zone polaire, où elles cessent tout à fait.

On trouve partout les familles suivantes, qui sont propres surtout aux climats tempérés : les *liliacées*, qui diminuent en approchant de la zone polaire, et sont peu nombreuses dans les zones arctique et subarctique ; elles sont plus répandues dans l'ancien monde que dans le nouveau ; les *smilacées*, dont la plus grande partie appartient aux régions extratropicales ; les *colchicacées*, du reste peu répandues ; les *asparaginées ;* les *alismacées*, à distribution plus inégale, et dont on retrouve des genres dans l'Amérique du Sud ; les *commélinées*, qui ne se rencontrent jamais dans la partie septentrionale de l'hémisphère boréal ; les *nymphéacées*, qui se trouvent dans toutes les eaux du globe.

Les dernières familles de cette classe, quoique répandues également partout, ont néanmoins des centres d'habitation de prédilection. Les *cypéracées* ont une vaste distribution et paraissent affectionner le Sud, plutôt pour le jeu des formes que pour le nombre des espèces ; cependant elles sont à peu près aussi nombreuses dans la zone tempérée ; mais elles ne le sont que relativement dans la zone froide ; les genres *scirpus* et *carex* sont en nombre décroissant vers l'équateur, et le genre *cyperus*, au contraire, est très-répandu sous les tropiques ; les *graminées* sont plus répandues dans les pays tempérés et montent plus haut vers le Nord ; les *panicées*, les *chloridées*, les *saccharinées*, les *olyrées*, les *oryzées* et les *bambusacées* sont néanmoins tropicales et ont leur maximum dans la zone brûlante. Cependant on peut dire qu'elles sont à peu près également répandues dans

toutes les zones. Vers l'équateur, le nombre des espèces augmente, et celui des individus décroît. C'est au delà du Capricorne qu'on en trouve le moins. Les *joncacées* préfèrent les régions septentrionales, où elles sont en grande majorité; elles sont très-rares entre les tropiques, et bien moins abondantes dans l'hémisphère austral que dans l'hémisphère boréal.

Quand on n'examine que ces deux classes, tout est simple, tout semble se grouper d'une manière régulière : il y a bien des anomalies, mais elles sont faciles à saisir, et l'on voit, à travers les types, les formes tropicales dominer pour les genres à développement considérable, ce qui rentre dans l'ordre évolutif qui a voulu que les acotylédones fussent représentées partout comme les premières manifestations organiques et les premiers agents de la destruction; les monocotylédones ont dû venir après et apparaître sous leurs formes les plus gigantesques dans les climats où abondent la chaleur, la lumière et l'humidité, ces trois sources de la vie. A mesure que ces végétaux, mous, spongieux, qui acquièrent des proportions colossales avec une grande rapidité, surtout dans les espèces non ligneuses, par suite du peu de consistance de leur tissu, se sont éloignés de leur véritable patrie, ils ont diminué et sont devenus simplement herbacés.

Les Dicotylédones, bien plus nombreuses, présentent pour l'exposition plus de difficultés; cependant nous procéderons, comme pour les classes qui précèdent, par groupes analogues, sous le rapport de la distribution des familles, en remontant de l'équateur vers les régions polaires. En agissant ainsi, on ne peut embrasser, il est vrai, que les lois générales de distribution, mais il est impossible de faire davantage.

Le premier groupe, ou celui dont le maximum des genres ou des espèces répond aux régions tropicales, se compose des familles suivantes : les *pipéracées*, dont la patrie semble être les îles de l'archipel Indien, et qui ont pour limites le 35° de latitude boreale et le 42° de latitude australe; elles sont surtout abondantes entre le Capricorne et le 30° de latitude boréale; — les *aristolochiées*, qui sont très-répandues dans le Brésil, et n'ont que par exception des représentants en Europe; — les *rafflésiacées*, que le genre *cytinus* n'empêche pas d'être équatoriales; — les *laurinées*, représentées par exception en Europe, et qui se divisent en deux sections : les *laurinées orientales* ou *indiennes*, ayant pour limites septentrionales du 25° au 30° ;

et les *laurinées occidentales* ou *américaines*, allant jusqu'au 35°, ce qui n'empêche pas d'en trouver plus haut, mais ce sont des individus en quelque sorte égarés ; — les *myristicées*, dont le nombre est plus grand dans l'Asie, surtout dans les îles de la mer des Indes, qu'il ne l'est en Amérique ; — les *phytolaccées*, les *nyctaginées*, les *myrsinées* qui, tout en croissant sous les tropiques, n'en préfèrent pas moins les régions montueuses de l'Asie ; — les *acanthacées*, qui ne se présentent en Europe que par exception ; les *bignoniacées*, qui ont leur habitation surtout en Amérique ; — les *sapotées*, essentiellement tropicales, rares dans les régions extratropicales ; les *ébénacées*, qui ont par exception des représentants en Europe sous la forme des plaqueminiers ; — les *gesnériacées*, dont les espèces de la tribu des *gesnériées* appartiennent au nouveau monde, et celles de la tribu des *cyrtandrées* à l'Asie tropicale ; elles sont très-rares dans l'Australie ; — les *cucurbitacées*, représentées exceptionnellement dans les régions tempérées et se trouvant en grand nombre dans les Indes orientales ; — les *rubiacées*, à l'exception du groupe européen des *aspérifoliées* ; — les *loranthacées*, si nombreuses en espèces sous les tropiques, et auxquelles le *gui* seul fait exception ; — les *rhizophorées*, qui se plaisent seulement sur les côtes ou les rivages de la mer, dans les régions intertropicales, où elles forment une région spéciale ; — les *dilléniacées*, transéquatoriales, dont le plus grand nombre se trouve dans la Nouvelle-Hollande extratropicale, et qui ont également des représentants dans l'Australie ; — les *anonacées*, des régions intertropicales des deux Indes, et dont on trouve quelques représentants jusque sous le 35° de latitude boréale ; — les *ménispermées*, qui ont à peine quelques représentants en dehors de leur zone, rares en Afrique, plus rares encore dans l'Amérique boréale, en très-petit nombre au Japon, et dont on trouve néanmoins une espèce en Sibérie ; — les *ochnacées* ; — les *capparidées*, en plus grand nombre dans les parties chaudes de l'Amérique et de l'Afrique, et représentées par un plus grand nombre d'espèces dans l'hémisphère austral que dans l'hémisphère boréal ; — les *sapindacées*, abondantes surtout en Amérique ; — les *malpighiacées*, dont le plus grand nombre se trouve dans l'Amérique tropicale, qui sont plus rares dans l'Asie équinoxiale, et n'ont jamais été rencontrées en deçà du tropique du Cancer ; — les *guttifères* ; — les *olacinées*, en petit nombre partout, mais originaires des régions tropicales de tout le globe et de la partie extratropicale de la Nouvelle-Hollande ; — les *méliacées* ; — les *bombacinées* ; — les *byttneriacées* ; — les

ternstræmiacées; — les *malvacées*, très-nombreuses sous les tropiques, modérément répandues dans la zone tempérée et manquant tout à fait dans la zone froide; — les *flacourtiacées;* — les *tiliacées,* parmi lesquelles le tilleul seul fait exception, en ce qu'il s'élève assez haut vers le Nord; — les *cactées*, exclusivement de l'Amérique, et qui sont richement représentées au Mexique; — les *loasées;* — les *passiflorées*, qui ont toutefois leur centre d'habitation en Amérique, et ne sont pas représentées en Océanie; — les *combrétacées;* — les *mélastomées*, qu'on trouve néanmoins en petit nombre dans l'Amérique subtropicale et tempérée, où l'on en a constaté l'existence jusqu'au 45° de latitude boréale, mais qu'on n'a pas encore trouvées au delà du tropique du Capricorne; — enfin les *homalinées*, rares partout, et plus rares en Afrique; le seul genre américain est le genre *homalium.*

Au second groupe, qui, tout en affectionnant les climats tropicaux, a néanmoins de nombreux représentants dans des zones moins chaudes, appartiennent les *urticées*, possédant, il est vrai, un plus grand nombre de genres sous les tropiques et dans les régions subtropicales, surtout en Asie, mais qui n'en ont pas moins une vaste distribution dans toutes les latitudes, par suite des envahissements successifs de la culture, car elles n'y croissent spontanément qu'en petit nombre, et toujours dans le voisinage de l'homme. Il faut en excepter les genres *cannabis* et *humulus*, qui s'élèvent à de hautes latitudes. Viennent ensuite les *amaranthacées*, qui ont des représentants, sinon très-nombreux, du moins très-répandus dans les régions tempérées, quoique les plantes de cette famille se plaisent surtout dans les régions chaudes : elles sont communes en Amérique, où elles s'élèvent jusqu'au 44° de latitude boréale et au 36° de latitude australe; on en trouve moins en Asie, et elles sont très-rares en Afrique; — les *solanées*, dont le plus grand nombre des genres et même des espèces appartiennent aux régions tropicales, mais qui sont amplement représentées dans l'Europe tempérée, sans s'élever pour cela bien haut dans le Nord, et manquent tout à fait dans la zone glaciale; — les *jasminées*, appartenant aux régions extratropicales ou tropicales tempérées, s'avançant jusque dans le midi de l'Europe, ayant pour centre d'habitation l'Asie, et rares partout ailleurs; — les *verbénacées*, appartenant plus à l'équateur qu'aux zones tempérées, où elles sont cependant représentées par plusieurs genres; — la tribu des *cordiacées,* de la famille des *borraginées;* — les *apo-*

cynées, qui ont leur centre d'habitation au cap de Bonne-Espérance, sont en grand nombre dans les régions tropicales et décroissent en entrant dans les régions subtropicales tempérées, ce qui n'empêche pas qu'elles ne se trouvent dans certaines parties de l'Europe méridionale, et ne s'élèvent jusqu'au 58° de latitude ; — les *magnoliacées*; les *lythrariées*, qui ont quelques représentants dans les régions tempérées et sont très-communes dans l'Amérique équinoxiale ; — les tribus des *mimosées* et des *cassiées*, de la grande famille des *légumineuses* ; — et les *célastrinées*, plus nombreuses néanmoins dans les régions subtropicales.

Le troisième groupe comprend les familles végétales qui se trouvent encore dans les régions chaudes, mais qui sont cependant plus amplement représentées dans les régions tempérées ; ce sont : les *santalacées*, dont les espèces arborescentes appartiennent aux climats chauds, et les espèces herbacées aux régions tempérées de l'Europe et de l'Amérique ; — les *convolvulacées*, qui ont plus de représentants sous les tropiques et appartiennent néanmoins aux régions tempérées de l'Europe et de l'Asie ; — les *polémoniacées*, qui habitent les régions voisines des tropiques dans les deux Amériques, s'élèvent au Nord jusqu'au 54° de latitude boréale et australe, et ne sont qu'exceptionnellement représentées en Europe et en Asie ; — les *daphnées*, qui sont communes au cap de Bonne-Espérance, se trouvent dans l'Océanie, en Europe, et par exception dans les autres régions ; — les *aurantiacées*, communes sous les tropiques, et cependant largement représentées dans les parties chaudes de la zone tempérée ; — les *rutacées*, ayant la plupart de leurs représentants dans les zones tempérées, étant moins essentiellement tropicales, et que l'on voit également décroître lorsqu'elles quittent leur station centrale, pour marcher vers les pôles ou vers l'équateur ; — les *térébinthacées*, des régions tropicales et tempérées, et qui manquent complétement à la Nouvelle-Hollande ; — les *euphorbiacées*, abondantes dans toutes les régions, mais surtout vers les tropiques, et ne se trouvant ni sous les latitudes élevées, ni à de hautes altitudes ; — les *rhamnées*, des régions subtropicales et tempérées, très-rares entre les tropiques, diminuant dans les régions tempérées à mesure qu'on s'éloigne du 44° de latitude boréale, et bannies des zones froides ; — enfin les *ilicinées*, qui n'appartiennent que par exception aux régions tempérées.

Le quatrième groupe se compose de végétaux qui appartiennent

surtout aux régions tempérées. Nous trouvons en tête les *conifères* ; elles sont très-répandues dans cette zone et s'élèvent assez haut vers le Nord ; après s'être arrêtées sur les bords de la zone arctique, elles reparaissent dans la zone polaire, et s'y trouvent dans des proportions considérables. Puis, en nombre également très-grand, on trouve les *amentacées*, propres aux parties tempérées de l'hémisphère boréal, et qui ne se voient que par exception dans l'hémisphère austral ; ce sont des arbres à feuilles caduques, qui donnent un caractère particulier au paysage hivernal de ces régions ; elles sont plus uniformément répandues, mais appartiennent également aux zones froides. Viennent encore les *ulmacées*, d'Europe et d'Amérique ; — les *élæagnées*, de l'hémisphère boréal ; — les *polygonées* ; — les *chénopodiées*, qui sont surtout des plantes européennes ; — les *plantaginées* ; — les *plumbaginées* ; — les *primulacées*, qui aiment les régions montagneuses du Nord, augmentent proportionnellement à mesure qu'on s'éloigne de l'équateur, et sont très-communes en Europe et en Asie ; — les *scrophulariées*, ayant une vaste distribution géographique, affectionnant surtout les régions tempérées, mais étant toutefois plus répandues dans l'hémisphère boréal ; — les *labiées*, croissant en plus grande quantité du 35° au 45° de latitude, s'élevant cependant jusqu'au 50° et diminuant notablement en approchant de la zone arctique ; — la tribu des *prostanthérées*, appartenant en grande partie à l'Australie ; les *borraginées*, affectionnant les régions tempérées de l'Europe et de l'Asie, ne croissant que par exception sous les tropiques ; — les *gentianées*, famille essentiellement européenne, qui croît de préférence sur les montagnes, et est presque également répandue dans toutes les zones ; — les *éricacées*, dont l'habitat de prédilection est le Cap ; — les *campanulacées* appartenant surtout à l'Europe, n'ayant plus que de rares représentants au delà de la zone subarctique, et disparaissant à la zone polaire ; — les *stylidiées* et *goodéniées*, qui sont indigènes aux parties tempérées de l'Asie, et ne sont représentées sous les tropiques que par un petit nombre de genres ; — les *composées*, qui croissent partout, mais sont plus abondantes dans les deux Amériques qu'ailleurs, atteignant leur maximum dans les zones tempérées, leur médium dans la zone glaciale, et leur minimum dans la zone tropicale ; — les *dipsacées*, propres presque exclusivement à l'Europe et à l'Asie ; — les *valérianées*, ayant pour centre d'habitation les régions tempérées de l'Europe, étant beaucoup plus

rares en Amérique, où elles se trouvent sur les plages du Chili, et descendant néanmoins jusqu'aux terres magellaniques; — les *caprifoliacées*, des régions tempérées et froides de l'hémisphère boréal, et beaucoup plus rares partout ailleurs; — les *ombellifères*, appartenant presque par parties égales aux régions tempérées des deux hémisphères, plus rares dans la zone froide, et très-rares dans la zone tropicale; — les *renonculacées*, croissant partout, mais n'ayant de représentants sous les tropiques que sur les hautes montagnes, et, avec une distribution proportionnellement plus grande à mesure qu'on monte vers le Nord, et se retrouvant dans les zones les plus froides; — les *berbéridées*, propres aux parties montueuses de l'hémisphère boréal, et plus répandues dans l'Amérique du Nord et en Asie qu'en Europe; — les *papavéracées*, qui n'ont que par exception des représentants sous les tropiques, mais sont répandues dans l'Europe et l'Amérique du Nord; — les *crucifères*, qui, bien que communes partout, ont cependant pour principale patrie les régions tempérées de l'hémisphère boréal, sont peu répandues dans la zone tempérée américaine, plus rares dans la zone froide, et d'une excessive rareté dans la zone brûlante; — les *résédacées*; — les *polygalées*, qui ont pour zone du 10° au 35° de latitude, et croissent dans les deux hémisphères; — les *acérinées*, plus communes dans l'Amérique boréale qu'en Europe; — les *hypéricinées*, qui ne s'élèvent pas jusqu'aux régions polaires, mais viennent partout ailleurs; — les *viticées*; — les *géraniées*, que nous retrouvons au Cap, mais qui sont très-répandues dans les parties tempérées de la zone extratropicale; — les *oxalidées*; — les *cistinées*, des parties chaudes de la zone tempérée; — les *violariées*, les *linées*, les *caryophyllées*, qui appartiennent aux régions extratropicales, surtout de l'hemisphère boréal, et vont en décroissant doucement vers le Nord, ce qui n'empêche pas d'en trouver encore dans la zone polaire; — les *paronychiées*; — les *portulacées*; — les *grossulariées*, qui affectionnent particulièrement les régions tempérées de l'Amérique du Nord; — les *œnothérées*, qui croissent dans les régions tempérées des deux hémisphères; — les *tamariscinées*, qui ont pour zone de développement la partie comprise entre le 8° et le 55° de latitude; — les *rosacées*; — les *légumineuses*, répandues partout sous la forme *papilionacée*, bien que très-abondantes dans les régions chaudes; mais les formes des *mimosées* et des *cassiées* appartiennent presque exclusivement aux régions chaudes et tropicales du globe.

Les régions polaires n'ont de physionomie particulière qu'à cause du décroissement des formes végétales en nombre et en grandeur. Ainsi, en approchant des limites méridionales de ces régions, nous voyons le hêtre manquer tout à coup, le chêne s'avancer à peine à un degré de plus, le pin et le sapin cesser bientôt de croître. Le bouleau est le seul arbre qui monte plus haut : il s'avance jusqu'au 71°, mais sous une forme rabougrie : ce n'est plus un arbre, c'est à peine un arbrisseau. On trouve cependant encore quelques rares végétaux qui dissimulent l'aridité du sol : ce sont en général des *cypéracées*, des *graminées*, des *joncées*, des *caryophyllées*, des *saxifragées*, des *papavéracées*, des *renonculacées*, des *scrophulariées*, des *campanulacées*, des *composées* et des *éricacées*. Les régions polaires arctiques ont une physionomie à peu près semblable.

Nous avons encore à examiner trois régions dont la flore a un caractère particulier, et qui ne peuvent rentrer dans la loi générale de distribution : ce sont la Nouvelle-Hollande, la Nouvelle-Zélande et le cap de Bonne-Espérance.

La Nouvelle-Hollande, tout en ayant une flore presque spéciale, n'a de caractère végétal particulier que dans sa partie tempérée ; dans la région équatoriale, sa végétation se rapproche par quelques traits de celle des Indes orientales. On peut dire qu'à peu d'exceptions près, les espèces propres à cette région ne croissent pas ailleurs ; on y trouve même des groupes qui lui sont exclusifs : telles sont les *trémandrées* et les *stackhousiées*, une tribu des *diosmées*, les *goodéniées*, les *stylidiées*, les *pittosporées*, les *dilléniacées* et les *haloragées*, qui s'y distinguent par le maximum de leurs formes spécifiques ; les *myrtacées*, les *protéacées*, les *restiacées*, les *épacridées*, sont dans le même cas ; et l'on peut dire que la moitié de la végétation du pays se compose d'*eucalyptus*, de la famille des myrtacées, et d'*acacias*, de la famille des mimosées.

La Nouvelle-Zélande, qui est l'antipode de Paris, et dont le climat répond à celui de nos départements méridionaux, n'a que quelques traits de ressemblance avec la Nouvelle-Hollande ; elle a un caractère de végétation qui la rapprocherait plutôt des îles de la mer du Sud. Les végétaux les plus abondants sont le *corypha australis*, de la grande famille des palmiers ; le *dammara*, espèce de conifère à feuilles larges, qui ne ressemble en rien à nos arbres résineux et dont on trouve des forêts entières, et des *métrosidéros* de la famille des myrtacées.

Le Cap de Bonne-Espérance a un tout autre aspect : on y trouve des *protéacées*, des *diosmées*, des *bruyères*, en nombre considérable ; mais les végétaux caractéristiques sont les *iridées*, les *ficoïdes*, les *pélargonium*, les *stapélia*, les *sélaginées*, le genre *elychrysum* (l'immortelle), de la famille des composées, et plusieurs espèces de *cycadées*.

Une étude intéressante, si elle était complète, est celle des différentes zones nettement indiquées par la cessation de certains grands végétaux caractéristiques, et la substitution de certaines familles les unes aux autres dans les différentes régions. Ainsi, nous trouvons la limite des palmiers marquée, dans les deux hémisphères, par deux espèces différentes : dans l'hémisphère boréal, par le *chamærops humilis*, et dans l'hémisphère austral, en Amérique, par le *palmetto ;* en Europe, le *rhododendron* des Alpes est remplacé, au Nord, par le *rhododendron laponicum*, et dans les Andes, par le *bejaria* (Voir Pl. 6). Le hêtre commun marque la limite de la zone tempérée froide dans l'hémisphère boréal ; dans l'hémisphère austral, c'est le hêtre antarctique.

La connaissance des limites latitudinales est d'un haut intérêt. Le hêtre a pour limites : en Norwége, le 60° ; en Suède, le 58° ; dans le Smaland, le 57° ; en Lithuanie, le 55° ; dans les Carpathes, le 49°, et en Crimée, le 45°. Le houx, qui s'élève jusqu'en Norwége, à cause du climat marin de cette région, gèle parfois aux environs de Berlin. C'est pour la même cause qu'à Penzance, sur la côte méridionale de l'Angleterre, les *camellia*, les *fuchsia*, les *myrtes*, passent l'hiver sans abri, tandis qu'ils ont besoin de protection chez nous. On peut regarder l'aune, le peuplier noir, le lierre, le myrtille, l'épine-vinette, comme ayant une distribution semblable. Voici un petit tableau des limites latitudinales de quelques grands végétaux :

Chêne rouvre	61° latitude nord
Noisetier	64°
Épicéa	67°,40
Sorbier des oiseaux	70°
Pin sylvestre	70°
Bouleau blanc	70°,40
Bouleau nain	71°

Dans l'Amérique du Nord, les végétaux de la côte occidentale s'élèvent à de plus hautes latitudes que ceux de la côte orientale.

Le pavia jaune a pour limite orientale le	36°,	et occidentale le	44°
Le juglans nigra	—	41°,	—	44°
Le gleditschia triacanthos	—	38°,	—	41°

En Europe, ce dernier arbre s'élève jusqu'au 52° lat. nord.

Après avoir examiné les modifications que subit la végétation en s'élevant de l'équateur aux pôles, il nous reste à étudier le même phénomène dans son rapport avec les altitudes; nous prendrons les Alpes suisses pour exemple, afin de parler plus vivement à l'esprit. En quittant les belles forêts de hêtres et de sapins qui couvrent le pied des montagnes, enrichies de vigoureuses moissons et de grasses prairies, si l'on s'élève à 500 ou 600 mètres, on se trouve, comme par enchantement, transporté au sein d'une végétation nouvelle. Là commencent à apparaître les végétaux *alpestres* : l'auricule, la gentiane acaule, l'aconit, le trolle, la soldanelle, des armoises, des saxifrages, des astrantia, se présentent de toutes parts à la vue, et les pentes sont couvertes de rhododendrons. Les noyers cessent les premiers; puis ce sont les châtaigniers (Pl. 6); de 750 à 800 mètres, on ne trouve plus aucune trace de ces arbres, excepté néanmoins sur le versant méridional, où ils s'élèvent à 100 mètres plus haut. A peu près vers la même altitude, le chêne, qui composait l'essence des forêts avec le hêtre et le bouleau, disparait; le cerisier croît jusqu'à 950 mètres, le hêtre jusqu'à 1,300 mètres; les céréales mûrissent jusqu'à 1,100 mètres dans le Nord, et à 1,510 dans les Grisons, sur le versant méridional; les arbres verts, tels que le sapin, le pin, le mélèze, constituent alors exclusivement les vastes forêts qui garnissent ces montagnes; à 1,800 mètres, ils cessent à leur tour. Cependant, sur le versant méridional du mont Rose, ces arbres s'élèvent jusqu'à 2,270 mètres : ce sont des mélèzes, des épicéas, des pins, associés à des aunes et à des bouleaux. Sur le versant nord, les conifères ne dépassent que très-rarement, et comme par exception, 2,000 mètres. Le bouleau, cet arbre robuste que nous trouvons le dernier dans le Nord, est presque aussi le dernier à disparaître des flancs des montagnes; il s'élève jusqu'à une égale altitude. Toutefois, on rencontre encore, à une centaine de mètres plus haut, le pin cembro. Le pin mugho ne disparaît qu'à la hauteur de 2,270 mètres, les pâturages s'élèvent jusqu'à 2,600. Puis toute végétation arborescente cesse : ce ne sont plus que de petits taillis d'*alnus viridis* et de rhododendrons. Passé la région où ces robustes enfants des Alpes étalent leur vert feuillage, on ne trouve plus que des plantes qui excèdent à peine le sol : tel est, entre autres, le saule herbacé, qui n'est plus qu'une plante chétive; ce sont celles qu'on appelle

alpines : elles appartiennent aux familles des *primulacées*, des *crucifères*, des *renonculacées*, des *caryophyllées*, des *rosacées*, des *légumineuses*, des *saxifrages*, des *gentianes* (quelques-unes vivent ensemble, d'autres vivent isolées : telles sont les alchémilles et les renoncules); des *composées*, des *cypéracées* et des *graminées*, sous des formes spécifiques particulières. La dernière plante phanérogame trouvée sur le mont Blanc par de Saussure, à 3,469 mètres, est le *silene acaulis*; et M. de Welden a trouvé sur le mont Rose, à 3,683 mètres, le *pyrethrum alpinum* et *phyteuma pauciflorum*.

Plus haut, on ne trouve que des lichens et la roche nue, et, à peu de distance de là, on rencontre la limite des neiges éternelles, qui varie suivant les latitudes, mais qui n'en est pas moins soumise à une loi constante. En Norwége, sur le littoral, elle est à 720 mètres, et dans l'intérieur, à 1,072 et 1,266; à Hammerfest, au 70°, elle est à 860; au cap Nord, à 750. En Islande, on la trouve à 936 mètres; en Sibérie, chaîne d'Aldan, à 1,364; dans l'Oural septentrional, à 1,460; au Kamtschatka, à 1,600; dans les monts Altaï, à 2,144; dans les Alpes, à 2,708; sur l'Elbrouz, en Caucasie, à 3,272; dans les Pyrénées, à 2,721; en Sicile, à 2,905; dans la Sierra-Nevada, en Espagne, à 3,410; au Mexique, à 4,500; dans l'Amérique méridionale, volcan de Puracé, à 4,688; sur le Chimborazo, à 5,100; sur le Cotapaxi, à 5,230; dans la partie méridionale du Pérou, à 5,600; sur le versant méridional de l'Himalaya, à 3,956, et sur le versant septentrional, à 3,067 mètres.

On voit que, de l'équateur aux pôles, ou du pied des montagnes à leur sommet (Voir les montagnes idéales figurées dans l'Atlas I, Pl. 6 et 7), la loi de décroissement des végétaux est la même. Ce qui le confirme encore, c'est que, dans la région alpine, on ne trouve presque plus de plantes annuelles : ce sont des plantes vivaces ou ligneuses qui ne sont plus dressées, mais qui rampent sur le sol pour résister aux tempêtes. Si le chiffre des limites altitudinales varie suivant les contrées, la loi reste identique. Dans les Andes, la limite correspondant à la zone tempérée est entre 1,000 et 3,000 mètres, et, à la zone arctique, entre 3,000 et 4,500 mètres; sur le mont Ararat, en Arménie, le bouleau, qui ne s'élève dans nos Alpes qu'à 2,000 mètres, disparaît seulement à 2,530 mètres, et sur le Caucase, à 2,360. Sur le versant méridional des Pyrénées, on voit disparaître les pins à 2,420 mètres; et, en Laponie, le bouleau nain cesse de croître à 585 mètres.

La statistique botanique est une branche de la science qui peut beaucoup contribuer à jeter du jour sur la distribution des végétaux ; elle nous montre que les familles et les genres répandus en plus grand nombre sous les tropiques, et avec la plus grande variation de formes spécifiques, diminuent à mesure qu'on s'approche de régions polaires, de même que, dans ces régions, le nombre des espèces décroît et celui des genres augmente proportionnellement. C'est pourquoi il faut tenir compte du rapport des genres aux familles et des familles aux genres. Ainsi, nous avons en France 7,000 espèces environ réparties dans 1,100 genres, ou 6 espèces en moyenne par genre ; en Suède, on a un peu plus de 2,300 espèces pour 566 genres, ou 4 espèces pour un genre ; et en Laponie, 1,100 espèces pour 297 genres, ou 3,6 espèces pour un genre.

D'après les données de Humboldt, les espèces cryptogames seraient égales en nombre aux espèces phanérogames dans la zone glaciale, du 67 au 70° de latitude; de moitié moins nombreuses dans la zone tempérée, du 45 au 52°, et près de huit fois moindres dans la zone équatoriale, de 0 à 10°. Le rapport serait de 1/15 pour les plaines et 1/5 pour les montagnes. On peut révoquer en doute l'exactitude de ces chiffres, si l'on en juge par ce qui se passe dans nos environs, explorés si soigneusement et depuis si longtemps, par des botanistes intelligents. Nous voyons que le nombre des espèces de végétaux cryptogames est de plus de 1,800, tandis que celui des phanérogames n'est que de 1,200 à 1,400. Quand on aura fait des études cryptogamiques aussi complètes que le sont les études phanérogamiques, on reconnaîtra que cette supposition est fausse. Comme les éléments manquent pour remplir cette lacune, on ne peut que signaler l'erreur dans laquelle est tombé un savant qui a rendu à la géographie botanique des services inappréciables, et qu'on peut regarder comme le premier qui ait traité avec une merveilleuse sagacité cette partie ardue de la science. Il ne faut pas s'en prendre à lui, si ces calculs sont inexacts, mais à l'état de la science à l'époque où il fit son travail.

On a pu constater avec plus d'exactitude que la proportion relative des monocotylédones aux dicotylédones augmente à mesure qu'on s'éloigne de l'équateur : jusqu'au 10° elle forme à peu près 1/6 de l'ensemble des phanérogames pour l'ancien continent, et 1/5 pour le nouveau; vers le milieu de la zone tempérée, elle est de 1/4, et sur ses limites de 1/3.

TABLEAU

Du rapport réciproque des principales familles de la Flore française, disposé par régions.

RÉGIONS.	De 0° à 700 mètr.	De 700 à 1,400 m.	De 1,400 à 2,100 m.	De 2,100 à 2,800 m.	De 2,800 à 3,500 m.	Pour toute la France de 0 à 3,500 m.
Ces régions répondent aux zones............	Tempérée chaude.	Tempérée froide.	Sub-arctique.	Arctique.	Polaire.	
TOTAL DES PHANÉROGAMES.	....	653	650	269	79	3,540
Monocotylédones. .	On manque de renseignements précis sur cette zone.	1:4,9	1:51	1:6,7	1:6,1	1:4
Graminées.		1:28,3	1:23,8	1:26	1:15	1:14
Cypéracées.		1:19	1:20,3	1:29,8	1:26	1:26
Juncées.		1:72	1:65	1:44,9	1:26	1:106
Liliacées.		1:34,3	1:36	1:67	manquent	1:95
Orchidées.		1:54,4	1:65	1:89,6	»	1:69,4
Conifères.		1:93	1:92,8	1:269	1:79	1:208
Amentacées.		1:81,6	1:59	1:53,8	1:79	1:104
Primulacées. . . .		1:65	1:40,6	1,24,4	1:9,8	1:86,3
Labiées.		1:32,6	1:34	1,13,4	1:79	1:26,2
Scrophulariées. . .		1:29,7	1:23,6	1:20,6	1:26,3	1:26,2
Gentianées.		1:43,7	1:38	1:38	1:26,3	1:118
Éricacées.		1:50	1:54	1:38	1:39,5	1:136
Campanulacées. . .		1:34,3	1:29,5	1:269	manquent	1:95
Composées.		1:7,5	1:6	1:10,3	1:11,2	1:8
Rubiacées.		1:54	1:61	1:89,6	1:26,3	1:72,2
Ombellifères. . . .		1:20,4	1:26	1:67	1:79	1:26,8
Saxifragacées. . . .		1:32,6	1:20,9	1:11,6	1:7,9	1:93
Rosacées.		1:17,2	1:18	1:15	1:19,7	1:29,5
Légumineuses. . .		1:15,9	1:20,9	1:20,7	1:39,5	1:10,2
Caryophyllées. . .		1:21,7	1:16,6	1:12,8	1:11,2	1:23,2
Crucifères.		1:19,8	1:19,6	1:20,6	1:13	1:18,2
Renonculacées. . .		1:28,3	1:23,6	1:20,6	1:39,5	1:29,2

Tous ces calculs ne peuvent jamais être rigoureusement exacts; ce ne sont que des données particulières, mais la donnée générale manque. Ce que nous pouvons constater, c'est que le nombre absolu des espèces ligneuses et arborescentes augmente à mesure qu'on s'approche de l'équateur, et que la taille de tous les végétaux en général suit un développement ascendant.

Les espèces annuelles et bisannuelles ne sont cependant pas nécessairement des végétaux des régions glaciales; bien au contraire, on trouve, en s'élevant vers les pôles, des arbustes et des végétaux vivaces capables de résister à la rigueur du climat, tandis que les plantes dont la durée est limitée, ne réussissent que dans les régions tempérées.

L'étude de l'*habitation* et de l'*aire*, ou de la surface de distribution des plantes, est la base fondamentale de la géographie botanique; celle des *stations* viendra après, et terminera ce chapitre. On doit admettre en principe, ce que ne dément pas l'expérience, qu'un végétal croît partout où il trouve des conditions d'existence identiques à celles du lieu où il a pris naissance, ou qui ne répugneront ni à son mode d'existence ni aux diverses phases d'évolution qui caractérisent sa vie; c'est ce que nous appelons *naturalisation*. Quant à l'*acclimatation*, c'est un tout autre problème : il ne faut plus seulement prendre un végétal pour le transplanter dans un milieu où la vie est possible pour lui; il s'agit, au contraire, de prendre un végétal et de le mettre dans des conditions où la vie est, sinon absolument impossible, du moins difficile, parce qu'il n'a pas le temps d'accomplir dans le cours d'un été sa période de végétation, s'il est annuel, ou que le climat s'oppose à son développement s'il est vivace, et que la rigueur, la durée ou l'humidité des hivers altèrent son tissu et y portent des causes de mort. Or, malgré les essais nombreux d'acclimatement, on n'est encore parvenu à changer la nature d'aucune plante des pays chauds, de manière à lui faire supporter la rigueur de notre climat. La pomme de terre et le dahlia gèlent à la moindre gelée blanche; les orangers vivent parfaitement sous le climat du midi de la France, mais ils souffrent et périssent même quand la température descend à 5 ou 6 degrés au-dessous de zéro. Il en est ainsi des dattiers, des agaves, des nopals, introduits dans les mêmes localités.

Nous avons au contraire des exemples nombreux de naturalisation.

Certaines villes du Brésil et de l'Amérique du Sud comptent aujourd'hui, parmi les herbes inutiles qui abondent dans leurs environs et jusqu'au seuil des maisons, l'*échium* vipérine, le marrube, l'ortie dioïque, qui croissent le long de nos chemins; le chardon-marie a envahi les Pampas, et nous trouvons à chaque pas, dans nos terres incultes et dans nos jardins, l'érigéron du Canada, qui dresse coquettement sa longue panicule de fleurs blanches. La Nouvelle-Zélande et Taïti cultivent une partie de nos végétaux potagers.

Un phénomène d'un grand intérêt, et qu'on n'a pas encore assez étudié, est celui de la *sociabilité végétale*. On rencontre, en effet, des plantes qui croissent solitaires, isolées, sans rechercher la compagnie de leurs sœurs; tandis que d'autres se serrent, se pressent, semblent se complaire dans les charmes d'une vie commune : ce sont les plantes dites *sociales*.

Parmi les mousses, le *sphagnum palustre* et le *dicranum glaucum* couvrent, dans le Nord, des terrains marécageux d'une manière si exceptionnelle, qu'on y aperçoit à peine d'autres végétaux. Parmi les lichens, le *cenomyce rangiferinus* est dans le même cas, mais ce sont les lieux secs qu'il envahit. Les plantes d'eau offrent encore fréquemment l'exemple de la *sociabilité* : tels sont les *chara*, les *acorus calamus*, les *scirpus lacustris*, les *arundo phragmites*, qui donnent un caractère particulier au paysage de nos climats.

Les *lemna* et les conferves, qui croissent flottantes au sein même des eaux, sont celles qui sont le plus abondantes; elles couvrent souvent des espaces considérables; et jamais on ne les trouve isolées. Les bruyères sont peut-être, de toutes les plantes, celles qui ont au plus haut degré le caractère social. Viennent après, mais toujours avec le même caractère, le *pinus sylvestris*, le *polygonum aviculare*, le *poa annua*, l'*ulex europæus*, le *genista scoparia*, les *potentilles*, le *vaccinium myrtillus*, le *juncus buionius*, le *myriophyllum spicatum*.

Le bouleau, le chêne, le hêtre, l'aune, quoique moins sociaux, couvrent ensemble de vastes étendues de terrain.

Dans la zone tropicale, les bords de la mer sont presque exclusivement couverts de mangliers. Dans les îles de la mer du Sud, les fougères arborescentes de taille moyenne croissent ensemble; sur le continent australien, ce sont les *banksia speciosa* et les *protea argentea*. Dans l'Asie orientale, les bambous forment des forêts entiè-

res, et sur les bords du fleuve Magdalena, Humboldt a vu des forêts non interrompues de bambous et d'*heliconia*. Les *kyllingia* et les *mimosa* couvrent les savanes du bas Orénoque.

Si des plaines brûlantes des tropiques nous nous dirigeons vers les montagnes, nous y trouvons des forêts de *cinchona;* et les *escallonia*, ainsi que les *rhododendrons*, y sont aussi communs que chez nous les ajoncs ou les genêts.

Les plateaux des Andes sont couverts de tapis de *calandrinia* et de quelques espèces de verbénacées. On trouve au Chili, parmi les plantes qui affectent le plus le caractère social, l'*acacia cave*, le *lycium gracile*, et plusieurs espèces de bambou et de *cactus*.

A la Nouvelle-Hollande on trouve, dans l'intérieur des terres, réunis en masse, le *polygonum junceum*, le *cupressus callitris*, ainsi que plusieurs espèces de protéacées et d'*eucalyptus*, qui y forment des forêts entières.

Parmi les plantes marines, les laminaires, les *fucus pyriferus*, *antarcticus* et *natans*, sont réunis en très-grande quantité sur un même point.

Après avoir ainsi examiné les lois générales de diffusion des végétaux qui croissent spontanément, passons sommairement en revue le mode de distribution des plantes soumises par l'homme à une culture régulière, et qui servent à ses divers besoins.

En Europe, la culture des *céréales* ne s'élève guère plus haut que le 70°, dans la Péninsule scandinave; encore est-ce le seul point du globe où on les retrouve à ce degré; partout ailleurs la culture est loin de s'élever si haut.

Dans l'Asie septentrionale, elles décroissent en allant de l'ouest à l'est : tandis que dans la partie occidentale on les retrouve au 60°; dans la partie orientale, elles ne s'élèvent pas plus haut que le 51°.

Dans l'Amérique du Nord, on les cultive dans l'ouest jusqu'au 57°, et sur les côtes orientales à peine plus haut que le 51°.

Il s'en faut néanmoins que ce soient toutes les céréales qui croissent jusqu'à de si hautes latitudes; la seule espèce de graminée alimentaire qui réussisse dans ces climats glacés est l'*orge*, qui sert à la nourriture de l'homme dans toutes les régions septentrionales.

L'*avoine*, qui entre aussi pour une part importante dans l'alimentation humaine, ne réussit pas à de si hautes latitudes; il faut, pour en trouver la culture régulièrement répandue, descendre de quelques

degrés plus bas; et dans les localités où cette céréale arrive à maturité, on trouve déjà le *seigle*, qui descend jusqu'aux bords de la Baltique et remplace avantageusement les deux autres, qui n'y sont plus cultivées que pour la nourriture des animaux et la fabrication de la bière.

Dans le nord de l'Allemagne, on commence à trouver le *blé*, qui est d'abord cultivé concurremment avec le *seigle*, et finit par devenir la culture dominante. Il part du sud de l'Écosse, traverse la France, l'Allemagne, la Crimée, le Caucase, et s'étend jusque dans l'Asie, sans pour cela qu'on néglige les trois autres céréales; mais celles-ci n'y sont plus si fréquemment employées aux besoins de l'homme. Le *seigle* devient la culture des régions plus froides des montagnes, et en descendant vers le Sud, l'*avoine* disparaît entièrement pour faire place à l'*orge*, qui est donnée aux animaux. A mesure que l'on descend vers le Midi, le *riz* et le *maïs* remplacent les autres céréales, ainsi que cela se voit dans la France méridionale, en Italie, en Espagne, et ils deviennent d'une culture presque exclusive jusqu'au nord de l'Inde, où ils sont préférés au *blé*, en traversant tous les pays intermédiaires comme une vaste zone. En Afrique, diverses espèces de *sorgho* et le *teff* (*Poa abyssinica*) sont cultivées comme céréales d'usage habituel. A l'extrémité orientale de l'Asie, le *riz* remplace toutes les céréales, ce qui a également lieu dans les parties méridionales de l'Amérique du Nord. On y trouve cependant aussi le *maïs*, dont la culture est même plus répandue que chez nous. Dans l'Amérique du Sud, c'est le *maïs* qui domine à l'exclusion de toute autre céréale; néanmoins on cultive le *blé* au Brésil, dans la Plata et au Chili. A l'extrémité australe de l'Afrique, ainsi que dans la Nouvelle-Galles du Sud et en Australie, la culture du *blé*, de l'*orge* et de l'*avoine* a été importée par les Européens.

Si nous examinons maintenant les altitudes qui servent de limites à la culture des diverses espèces de céréales, nous trouvons dans les Andes que le *maïs* est cultivé jusqu'à 2,400 mètres; cependant on le trouve encore plus haut, et ses limites latitudinales sont le 52°. Quand cesse le *maïs*, apparaît le *blé*, conformément à la loi naturelle de distribution; le *seigle* et l'*orge* sont les céréales qui s'élèvent le plus haut; mais elles s'arrêtent à 3,800 mètres. On trouve cependant encore au Chili une chénopodiée, le *quinoa*, cultivée concurremment avec le *blé*.

Certaines espèces de polygonées, mais surtout le *sarrasin*, viennent s'associer à nos céréales, et sur quelques points les remplacent. Sur les hauts plateaux de l'Asie, les semences des *polygonum* servent à la nourriture de populations entières, et dans le nord de l'Europe, jusqu'au haut Jutland, en Bretagne et dans une partie de la Normandie, le *sarrasin* est la base de l'alimentation.

Le *sorgho*, cultivé dans l'Afrique et les Indes orientales, ne s'élève pas plus haut que le 42°.

Le *riz*, la plante graminée qui nourrit le plus de nations, a une distribution géographique très-étendue. Il croît depuis les pays tropicaux et subtropicaux jusque dans la zone tempérée, et sa culture s'étend aujourd'hui dans nos départements méridionaux. Comme il ne réussit que dans les plaines basses et inondées, il n'a pas de limites altitudinales.

En tête des plantes à racines qui sont, concurremment avec les céréales, celles qui contribuent le plus puissamment à l'alimentation de l'homme et des animaux domestiques, il faut mettre la *pomme de terre*, ce tubercule précieux qui a conjuré des disettes affreuses, si communes au moyen âge, et qui n'a encore rencontré aucune plante à racine comestible qui puisse le remplacer. La distribution géographique de la pomme de terre est immense, bien qu'elle ne réussisse pas dans les régions brûlantes des tropiques; car, à cette latitude, elle cherche les plateaux des montagnes pour jouir d'une température plus modérée. Originaire des régions froides des Cordillères, elle s'est répandue sur les plateaux inférieurs des Indes, de la Chine, du Japon, et a été introduite dans les îles de la mer du Sud, sur le continent australien et dans la Nouvelle-Zélande; en Europe, elle réussit partout, et est cultivée dans la Laponie, en Islande, dans les îles Féroë et jusqu'à Hammerfest.

La *patate*, que nous pourrons bientôt regarder chez nous comme un végétal alimentaire, ne croît guère au delà du 45°, bien qu'elle ait fleuri dans le midi de la France et donné des graines fécondes. Ses limites altitudinales sont 2,700 mètres.

Le *châtaignier*, que l'on peut mettre au nombre des grands végétaux alimentaires, a une distribution géographique assez restreinte. En Italie, il cherche la partie abritée des montagnes, et refuse de croître dans les parties chaudes de cette péninsule. On ne le trouve plus en Afrique, et vers le 51° il cesse de donner des fruits. Sa zone

d'habitation est dans les montagnes du midi de l'Europe, de l'Asie Mineure et du Caucase.

La distribution des plantes alimentaires tropicales est plus limitée que celle des végétaux utiles de la zone tempérée, parce qu'il leur faut des conditions de végétation que les autres n'exigent pas.

Le *palmier dattier*, qui croît sous le 13°, a l'Espagne pour limites extrêmes en Europe; encore n'existe-t-il que dans une partie très-restreinte de la Péninsule ibérique, celle qui regarde la Méditerranée, ce qui lui donne pour limite le 44°. Il exige une température moyenne de 13° à 14°, et il s'élève jusqu'à 600 mètres en hauteur régionale.

Le *cocotier*, d'une utilité au moins aussi grande que le *dattier*, et répandu sur les bords de la mer dans toutes les parties de la zone tropicale, a une distribution peu étendue, bien que sur une zone assez longue; il s'élève jusqu'au 28° comme limite septentrionale, et ses limites altitudinales sont 2,100 mètres.

Le *bananier* s'arrête au 25° et ne s'élève pas plus haut que 2,000 mètres; encore lui faut-il une chaleur moyenne de 19° à 21°. Le *musa paradisiaca* ne croît pas plus haut que 1,500 mètres.

Le *manioc* s'étend moins loin encore; il s'arrête au 30° de chaque côté de l'équateur, et ne croît pas plus haut que 1,000 mètres.

Le *sagoutier* (*Cycas circinalis*) est essentiellement tropical.

L'*igname* ne réussit pas au delà de 10° de chaque côté de l'équateur.

On voit, par ce qui précède, que l'avantage est toujours aux régions tempérées, dont les végétaux se plient mieux encore aux variations du climat et s'élèvent plus haut sur les montagnes.

La *vigne*, qu'on peut mettre au nombre des végétaux les plus utiles à l'homme, comme objet de commerce et d'échange, autant que comme boisson réparatrice, a une distribution assez capricieuse; elle s'étend sur une longue zone d'environ 22 degrés de latitude. Sa culture en grand commence sur la côte occidentale de France au 47°,20; vers Nantes, elle passe par le 49°, et remontant vers le Rhin et la Moselle, elle s'arrête au 51° comme limite extrême; elle oscille ensuite sur les bords de cette zone, mais sans la dépasser; cependant, en Prusse, on trouve des treilles jusqu'à Kœnigsberg, sous le 54°,42 de latitude septentrionale.

Dans la partie septentrionale de l'Amérique, où l'on en a essayé l'introduction, elle ne s'élève que jusqu'au 37°, ce qui s'explique par l'inflexion des lignes isothermes qui traversent cette région.

Dans l'hémisphère austral, elle ne s'élève pas jusqu'au 40°; dans l'Australie, elle est cultivée sous le 34°, ainsi qu'au Cap de Bonne-Espérance.

Ses limites en altitude sont variables : en Hongrie, elle s'élève à 300 mètres au plus; en Suisse, à 550 sur le versant septentrional, et à 650 sur le versant méridional. Dans l'Apennin méridional et en Sicile, ses limites supérieures sont de 960, et dans les Canaries, 800.

L'*olivier* s'élève du 36° au 44° de latitude avec une température moyenne de 14°,50 à 19° centigrades. Il ne faut pas, pour qu'il réussisse, que la température hivernale soit moindre de + 5°,5 centigrades. En altitude, il croît jusqu'à 850 mètres; cependant, sur le plateau du Mexique, on le trouve à 2,300 mètres. On le cultive au Pérou sous les 15° et 17° latitude, et au Chili, par le 33° de latitude, il s'élève jusqu'à 1,500 mètres.

La *canne à sucre* exige une température moyenne de + 19° à 25°, et ses limites altitudinales sont 1,100 mètres; cependant, au Mexique et dans la Colombie, on la cultive à 2,400 mètres, avec une température de 13°,7.

Le *thé*, cultivé en Chine, au Japon, chez les Birmans, dans le royaume d'Ava, s'élève dans son pays natal jusqu'au 40°, avec des limites altitudinales de 2,500 à 3,500 mètres. Il croît plus haut dans la zone tempérée, où il a été cultivé avec succès sous le 47°.

Le *café*, plante tropicale et subtropicale, ne croît pas au delà du 36° de latitude septentrionale.

Le *poivre* est un végétal essentiellement tropical, et même intertropical.

Le *tabac* croît depuis les tropiques jusque sous le 55° latitude nord, en changeant toutefois de qualité à mesure qu'il change de zone. Pour qu'il ait ses qualités natives, il lui faut une région dont la température moyenne soit de 15°.

Le *cotonnier*, dont la patrie est la région tropicale, s'élève néanmoins jusqu'au 41°; et dans les Indes, ses limites altitudinales sont 14 à 1,500 mètres. Il exige une température moyenne de 15° à 17°.

Le *chanvre*, qui paraît originaire de la zone tropicale, s'élève néanmoins jusqu'au 50°; mais, comme toutes les plantes soumises par l'homme à la culture, son *aire* s'accroît de plus en plus. Le *lin* s'élève encore plus haut vers le Nord. On en fait un grand commerce en Courlande.

Avant de traiter la question des stations, qui terminera ce chapitre, il est bon d'examiner en peu de mots les influences des terrains sur les végétaux qu'ils nourrissent. La composition du sol agit surtout en modifiant ses propriétés physiques : elle le rend plus ou moins meuble ou compacte, par conséquent plus accessible aux influences de l'air et de la lumière. Sa perméabilité dépend beaucoup de la constitution de la partie du sol sur laquelle repose la couche supérieure, et qu'on appelle le *sous-sol* ; elle empêche ou facilite l'écoulement des eaux, ce qui rend le terrain propre ou impropre à certaines cultures ; et cependant, suivant la différence des climats, le même sol sera convenable ou nuisible à une même espèce végétale. C'est pourquoi le blé préfère les terres alumineuses dans les climats secs, parce qu'elles sont plus hygrométriques ; et dans les climats humides, il préfère les terres siliceuses.

Nous savons que, dans les terres *siliceuses*, il croît spontanément de préférence des graminées, des potentilles, des sédum, des herniaires, des tussilages ; dans les terres *calcaires*, des orchidées, des *teucrium*, des *sesleria ;* dans les terres *gypseuses*, on trouve la petite caryophyllée appelée *gypsophile* et un petit nombre de végétaux caractéristiques. On sait que la variation de composition géologique influe sur la flore naturelle des localités ; c'est pourquoi il est important de s'aider, dans ses excursions botaniques, d'une carte géologique locale ou à grande échelle ; et les herborisateurs parisiens se trouveront bien de consulter le beau travail de M. Charles d'Orbigny sur la géologie des environs de Paris. Si l'on s'applique à bien connaître les rapports du sol avec la végétation, on ne s'égarera plus dans ses recherches, et l'on connaîtra d'un seul coup d'œil la nature générale de la flore de la région qu'on visite. Si ces connaissances sont nécessaires à celui qui fait de la botanique un délassement, combien plus encore ne le sont-elles pas à l'agronome qui cherche à approprier ses cultures à la nature du sol.

Un phénomène dont on ne peut se rendre compte, mais qui est constaté par un assez grand nombre de faits pour qu'il ne puisse être révoqué en doute, c'est celui auquel M. Thiébaut de Berneaud a donné le nom d'*apparitions spontanées*, et M. Dureau de la Malle celui d'*alternance permanente*. On sait qu'après l'incinération, ou même seulement la destruction d'une forêt, il croît invariablement des végétaux qui diffèrent suivant l'essence du bois détruit. Ainsi,

dans le duché de Nassau, on a vu le *spartium scoparium* couvrir le terrain qu'occupaient précédemment les bois qu'on a abattus, et dont les racines ont été brûlées sur le sol. A la Guyane, quand on a abattu une forêt vierge, le sol se couvre de palmistes, de chou maripa, de bois puant (*anagyris fœtida*), et d'autres espèces qu'on ne rencontre que dans les grands bois.

Après les coupes des hêtres sur le revers du mont Dore, les groseilliers apparaissent les premiers; pendant trois à quatre ans, les framboisiers occupent le sol; les fraisiers, pendant deux années; la ronce bleue pendant huit à dix ans; enfin, quand le hêtre couvre le sol de son ombrage, tout disparaît.

Dans les forêts d'arbres résineux, on trouve, après la disparition des pins, non pas des framboisiers, mais tout simplement des fraisiers et des ronces. D'après Franklin, les peupliers croissent à la place des pins détruits par le feu. Dans l'Amérique du Nord, le sol des forêts vierges se couvre, peu de temps après le déboisement, d'une espèce particulière de trèfle.

Lorsque, par suite de circonstances locales, il s'est opéré dans le sol des modifications profondes, il est de toute évidence que les phénomènes végétaux qui s'y produisent présentent un caractère de nouveauté, d'étrangeté même, qu'il est impossible d'expliquer. Le premier naturaliste qui développa cette idée en s'appuyant, sans théorie, sur des faits nombreux, c'est M. Thiébaut de Berneaud [1]. Burdach, de

1. Comme aucun ouvrage de botanique ne traite cette importante question, nous empruntons à ce savant une partie des faits qu'il a réunis sur cette matière, en lui en laissant toute la responsabilité :

« Il n'est point rare de voir, dans les taillis exploités en coupes réglées de huit à douze, de vingt et trente ans, ainsi que dans les futaies de cent vingt ans, des végétaux herbacés ou ligneux succéder à d'autres de familles, de genres et d'espèces différentes. Le fait est consigné dans les archives des forêts depuis le douzième siècle de l'ère vulgaire, et les pièces qui le relatent, le font souvent remonter à des époques plus reculées; mais personne n'en avait calculé la portée, relativement à la physiologie végétale, quand, l'ayant remarqué plusieurs fois, j'en fis le sujet d'une étude spéciale; il s'est étendu promptement et, sans aucun doute, il gagnerait bien davantage si chacun voulait y ajouter le fruit de ses recherches.

« Dans l'année 1746, des pâtres préparant un feu pour passer la nuit au milieu de la forêt de Châteauneuf, aujourd'hui département de la Haute-Vienne, déterminèrent, sans le vouloir et sans pouvoir l'arrêter, un incendie qui détruisit, en peu d'heures, 10 hectares environ d'une superbe futaie de hêtres. Le propriétaire en exploita les débris et résolut d'abandonner à la nature toute cette partie, que l'on nomme encore en ce moment le *Bois-Brûlé*, sachant bien cependant que l'essence dont elle était couverte donne très-rarement du recrû de souche. Bientôt le sol, quoique tout chargé de charbons, qu'on

son côté, a recueilli un grand nombre de matériaux qui compliquent encore la question. D'après Link, quand de l'eau salée vient à percer le sol et à s'épancher à sa surface, il ne tarde pas à y croître des

retrouve encore pour peu qu'on fouille avec une pioche, offrit un tapis de mousses dominé par des tiges de seneçons, d'airelles, de bruyères, de houx, de viornes et de bourdaines, *rhamnus frangula*, à travers lesquelles s'élevèrent, quelques années plus tard, une infinité de petits chênes, dont plusieurs attestent, aujourd'hui (1837), le luxe d'une puissante végétation. Jusqu'alors aucun arbre de ce genre n'avait été vu dans la forêt de Châteauneuf, et ce qui n'étonna pas moins, c'est que nulle espèce de chêne n'existait dans les environs, à plusieurs myriamètres à la ronde.

« En 1719, plus de 1,500 hectares de bois de Lumigny, de la forêt de Crécy et de quelques communes voisines, département de Seine-et-Marne, ayant été exploités, le hêtre y fut remplacé, sans le concours de l'homme, par des framboisiers, des fraisiers et des ronces; après quatre ou cinq ans pour les deux premières espèces, et huit à dix pour la troisième, ces humbles plantes cédèrent la place à des chênes que l'œil du maître vit s'élever majestueusement et lui promettre des coupes d'un haut produit. Aux bois assis sur le territoire de Haute-Feuille, aux environs de Coulommiers, même département, c'est le tremble qui se substitue spontanément aux vieilles souches des chênes. On y rencontre aussi parfois des ajoncs, quelques faibles traces de saule marceau, et surtout une grande quantité d'aliziers et de pruniers épineux.

« Les forêts qui couronnent les bords escarpés du Dessombre, dont les eaux murmurantes se perdent dans le Doubs, sous les murs de Saint-Hippolyte, sont composées de hêtres et s'étendent sur un espace assez considérable. Lorsqu'une coupe s'y pratique, l'emplacement dénudé se couvre d'une infinité de framboisiers qui fournissent, durant trois et quatre années, une abondante récolte de fruits succulents, agréables à manger. Sans les détruire entièrement, des fraisiers leur succèdent, et après eux la ronce domine; enfin les pousses des grands arbres mettent un terme à cette succession de rosacées, et le nouveau bois se compose de chênes, de bouleaux et de châtaigniers. Ce phénomène qui m'a été attesté par les propriétaires du pays, je l'ai constaté sur des titres d'exploitation dans l'année 1819; je le retrouve au sein des forêts voisines du littoral de la Méditerranée; la seule différence, c'est qu'ici ce sont les lentisques, les cistes, les arbousiers qui se montrent quand le chêne, le hêtre et l'orme ont été abattus.

« Une tradition orale et des documents authentiques m'ont également appris, en 1823, lorsque je visitais plusieurs de nos départements de l'Ouest, que la grande forêt de Chambiers, près de Durtal, département de Maine-et-Loire, présenta jusqu'en 1800 des chênes magnifiques, dignes rivaux de ceux qui peuplent la superbe forêt de Baugé, non loin de là. Vingt-trois ans plus tard, il me fut impossible d'en rencontrer un seul individu, et je me suis assuré que l'on a vainement tenté d'en semer et d'en planter. Le temps était venu où l'arbre vénéré de nos aïeux les Gaulois et les Celtes devait être naturellement remplacé par les bruyères et les ajoncs, les genêts et les ronces, par quelques cormiers, des aliziers, des poiriers sauvages et des houx aux nombreux rameaux chargés de feuilles ondulées et piquantes. Le hêtre a refusé de croître près d'eux; le genévrier a été moins rebelle; et, d'après cette indication, l'on a eu recours aux arbres verts, qui y prospèrent merveilleusement aujourd'hui. Dans deux ou trois siècles, le châtaignier et le bouleau remplaceront les arbres verts, ou bien le chêne renaîtra plus nombreux et tout brillant de jeunesse.

« Généralement, aussitôt après les coupes blanches des forêts de hêtres assises sur le Jura, surtout au revers du mont Dore, l'un des points culminants de cette chaîne de

végétaux qui ont pour station habituelle le bord de la mer. Il en est de même des terres imprégnées de principes salins : un terrain enlevé à la mer pour la construction de digues, et qui était sous les

montagnes, les groseilliers paraissent les premiers et donnent une baie aussi bonne et tout aussi belle que celle des groseilliers cultivés dans les jardins; mais la croissance de ces petits sous-arbrisseaux non épineux n'est que locale, et limitée à quelques cantons seulement, et particulière à ceux dont le sol est frais sans être humide, et consistant sans être argileux. Les framboisiers viennent ailleurs s'emparer partout de la place pendant trois ou quatre ans, puis les fraisiers pendant deux années, ensuite la ronce bleue pour huit ou à dix ans; enfin, un demi-siècle écoulé, l'essence du hêtre et du chêne ne tarde pas à reconquérir le terrain pour le conserver sans partage durant trois ou quatre cents ans.

« Si nous entrons dans les forêts de pins et de sapins, ce ne sont plus des framboisiers qui se montrent, mais seulement quelques fraisiers et beaucoup de ronces, comme on l'observa, en 1820, sur plusieurs points fort éloignés les uns des autres, principalement à Malbuisson, près de Pontarlier; puis naissent des sorbiers, des bouleaux, des tilleuls, des peupliers, et à leurs pieds, des obiers et des framboisiers, ainsi que Pallas le remarqua dans la Crimée, de Buch dans l'ancienne et héroïque Scandinavie, Mackenzie dans les régions élevées de l'Amérique du Nord.

« A trois sortes de coupes sont constamment soumises, dans le même triage, les forêts de Belesme, de Réno, de Perseigne, situées près de Mortagne et d'Alençon, département de l'Orne. La première coupe a lieu sur *taillis de vingt ans*, essence de chênes et de hêtres mêlés de quelques châtaigniers, ormes et frênes; trente ans après, on fait, sur les mêmes souches, une seconde coupe qui prend le nom de *taillis sous-futaie;* la troisième, après un siècle de végétation, et toujours sous l'ancienne souche, est dite *Coupe de haute futaie;* alors ces souches épuisées pourrissent, laissent à découvert le sol qui s'imprègne des rayons solaires, des nouveaux gaz que lui apporte l'air ambiant, et l'on ne tarde pas à voir, à la place des chênes ruinés, s'élever, sans semis, sans plantation et même sans voisinage immédiat, d'abord des genêts, des airelles et des bruyères, puis, à peu près partout, des tiges de bouleaux et de charmes; aux lieux marécageux, des aunes, et là où le sol est doux et argileux, quelques trembles et d'autres peupliers. Quand ces arbres ont, à leur tour, fourni trois coupes successives de vingt ans chacune, les chênes, les hêtres, les ormes, les frênes, reparaissent pour ombrager la terre durant un siècle et demi, abriter sous leurs dômes de verdure des houx et des nerpruns, et disparaître ensuite totalement.

« Entrons en Helvétie, où l'antique forêt de Sauvabelain, sise au canton de Vaud, va nous offrir, sur plusieurs points, le phénomène qui nous occupe, sans cette transition générale et jusqu'ici paraissant indispensable lorsque l'essence du bois passe des hêtres aux chênes. Ce point de vue n'est pas sans intérêt pour le physiologiste. L'essence dominante depuis trois siècles est en chênes; mais aujourd'hui les arbres ont atteint l'âge de retour; ils se couronnent; la foudre les a tant de fois sillonnés dans tous les sens, qu'ils donnent sur tous les points les signes non équivoques d'une extrême caducité, j'allais presque dire d'une agonie imminente; les glands eux-mêmes qui, de temps à autre, tombent au pied de leurs troncs d'une grosseur remarquable, sont tellement déshérités de tout principe vital, qu'ils jonchent inutilement le sol, et que le sanglier fouille auprès sans être tenté d'en enlever quelques uns. Les hêtres, au contraire, se montrent partout en heureux vainqueurs : les uns naissent, les autres sont déjà parvenus à un brillant degré de force, et cela dans les parties de la forêt où, depuis trois cents ans,

eaux depuis un temps immémorial, produisit le *salicornia herbacea*, dans les endroits les plus imprégnés de sel, l'*arenaria marina*, et le *poa maritima* dans le sable pur. Viborg a vu, en Danemark, après le

l'on n'avait vu aucune pousse de cette espèce, et où, depuis la nouvelle période du phénomène, aucun hêtre n'avait atteint l'âge de la reproduction.

« Sur les bords de l'Oder, au nord de l'Amérique, nous trouvons un autre fait : des portions de marais ayant été mises en culture dans l'année 1796 ont été spontanément et sur tous les points envahies par une prodigieuse quantité de pieds de moutarde blanche, *sinapis alba*, qui n'était point cultivée dans le pays, et dont les graines nombreuses les multiplièrent encore davantage l'année suivante. Cette apparition extraordinaire rappelle celle d'un sisymbre à feuilles lancéolées, *sisymbrium strictissimum*, jusqu'alors étranger au sol de toute l'Angleterre, que l'on vit paraître, végéter abondamment, fleurir et fructifier sur les débris, pour ainsi dire, encore fumants, des édifices consumés, en 1666, par l'incendie qui dévora la majeure partie de la cité de Londres.

« Voyons maintenant ce qui se passe dans les régions équinoxiales du continent américain, quand on détruit par le fer et par le feu ces forêts vierges, où les troncs d'arbres de toutes les sortes, tellement élevés que le plomb du chasseur peut à peine atteindre les aras et autres grands oiseaux qui y nichent et en habitent les cimes toujours vertes, s'unissent aux rhizomes gigantesques de fougères élégantes et très-variées dans leurs formes ; où les souples lianes s'élancent d'une branche à l'autre, s'entrelacent, décrivent des courbes bizarres à côté de palmiers, montant en colonnes hardies à des hauteurs prodigieuses, et d'orchidées aussi remarquables par leur taille que par la singularité et les larges étoiles de leurs fleurs ; où toutes les nuances, tous les contrastes sont accumulés ; où l'on trouve des serpents très-dangereux, des jaguars aussi féroces qu'habiles à franchir toutes les difficultés, des vampires avides de sang, des animaux paisibles, des singes aux hurlements affreux, des eaux courantes, des savanes profondes, des rochers nus et de charmantes retraites; quand, dis-je, on détruit ces forêts magnifiques et épouvantables, le terrain se couvre immédiatement d'arbres et de plantes dont les congénères n'existent nulle part autour d'elles. Au sein des bois revenus appelés *niamans* dans la Guyane, croissent en énorme quantité deux espèces de palmistes, l'aouara et le maripa des Caraïbes, le bois-puant, l'acassois, le bois d'artic, etc., qu'on ne rencontre jamais dans les grands bois. Au Brésil, après les arbres d'une nature tout à fait étrangère aux forêts vierges, succède une belle fougère arborescente appartenant au genre *pteris*, et en troisième lieu, une graminée visqueuse, que les habitants appellent *capim gordura*, ou herbe de graisse, qui repousse tous les autres végétaux et étouffe leurs jets les plus vigoureux. Cette plante envahissante une fois épuisée, les *baccharis* paraissent, forment de charmants bosquets toujours verts ; des arbres plus élevés surgissent ensuite et préludent au retour des grands bois. Il en est de même aux îles Baléares, principalement dans celle de Majorque. Une forêt de chênes ou de pins est-elle incendiée, le carreigt ou l'*Arundo donax* de Linné s'empare du territoire, s'étend le plus loin possible, s'assied partout avec force ; mais le temps de l'usurpation passe ; alors les cistes, les pistachiers, les camélées et autres arbustes prennent la place, pour la céder plus tard aux chênes et aux pins, qui cherchent à reconquérir leur sol primitif. Aux Canaries, au contraire, ce sont les ronces et certaines fougères, surtout l'aquiline, *pteris aquilina*, qui viennent envahir la place des grands arbres tombés sous la cognée ou dévorés par le feu ; des millepertuis, des cinéraires se mêlent ensuite à elles, puis les bruyères arrivent, et après elles les lauriers, les fayas, *myrica faya*, les ardisiers, les

desséchement d'un étang qui n'avait pas été vidé depuis plus de cinquante ans, croître le *carex cyperoides*, qui n'appartient pas à la flore du pays. En 1796, on mit en culture, sur les bords de l'Oder, cer-

myrsines, les arbousiers, les chênes verts, qui précèdent l'olivier des montagnes, *olea excelsa*, les pins et les habitants des anciens bois.

« Arrêtons-nous à ces faits bien établis, et demandons-nous comment il est possible d'expliquer la loi qui préside à cette variation singulière. Pour nous en rendre compte, aurons-nous recours au phénomène de la dissémination, dont le but est d'offrir aux semences une matrice propre pour s'y établir, y végéter librement et prendre tout le développement assigné à l'espèce? Mais les pays voisins ne présentaient point les types générateurs, ou bien ils y étaient absolument étrangers, ou seulement mentionnés dans des titres très-anciens, comme ayant existé autrefois; mais la stabilité dans la succession de deux, trois, quatre et six genres au plus absolument différents, ainsi que la constance des produits que l'on voit partout à peu près les mêmes, et leur apparition à des époques fixes, ou du moins dans des circonstances égales, rendent ici tout à fait inapplicables les lois ordinaires de la dissémination.

« Dira-t-on que les plantes nouvelles étaient des rejetons, des boutures, des fragments de racines, de rhizomes, de traînées demeurés dans un état d'inertie complète, pendant que la surface du sol était occupée par d'autres végétaux activement sollicités sous l'influence directe, habituelle, des rayons solaires, des variations atmosphériques, des gaz homogènes qui les enveloppaient? Mais pourquoi ces rejetons, ces boutures, que je veux bien admettre pour le moment réduits aux molécules les plus ténues, conservant chacune, religieusement, toutes les parties de la plante mère, n'ont-ils pas donné signe de vitalité, lorsque, tous les dix ans, tous les trente ans, tous les cent ans, suivant les localités et la nature de l'essence, on faisait de temps immémorial une coupe réglée, et même ce qu'on appelle, en termes d'administration forestière, une *coupe à blanc étoc*, ou *à blanc-être*, c'est-à-dire que l'on abattait tout sans distinction, sans laisser ni baliveaux, ni taillis, ni aucune sorte d'arbres? Comment dans les forêts incendiées exprès ou par accident, ces mêmes semences ou rejetons ont-ils pu résister à la puissance des flammes qui, après avoir dévoré les arbres de toutes les grosseurs, couvrirent le sol de charbons ardents, brûlèrent non-seulement les dépouilles végétales, mais jusqu'à la terre, souvent à plusieurs mètres de profondeur?

« Oserait-on nous assurer que les semences qui devaient remplacer les végétaux tombés de vieillesse ou détruits par le feu se trouvaient, pour ainsi dire, scellées dans les fissures des roches ou sous tout autre abri quelconque, et que là, protégées par des circonstances particulières, elles ont pu, longtemps engourdies, attendre que l'heure d'une évolution favorable fût sonnée? Cette propriété bénévolement accordée aux semences me semble très-exagérée, puisqu'elle embrasse, ici, une série plus ou moins longue d'années, là, jusqu'à quatre siècles, et partout elle exige une combinaison de phénomènes opposés les uns aux autres. Elle peut bien, cette propriété, me fournir une preuve nouvelle des immenses ressources de la nature, sans pour cela satisfaire aux lois connues du raisonnement. Je conçois qu'un taillis, acquérant de la force et de l'élévation, fasse périr presque subitement les plantes qui demandent une grande lumière, un certain degré de chaleur, une ventilation large et perpétuelle, comme les groseilliers, les framboisiers, les fraisiers, les ronces et les fougères que nous avons vus jouer un rôle intermédiaire dans le cas important que nous examinons; je veux même encore que certaines semences privilégiées, enlevées sur l'aile des vents ou des oiseaux, roulées par les insectes ou transportées par les animaux qui les ont reçues sur leurs robes

taines portions de marais, et, l'année suivante, le sol se couvrit de *sinapis arvensis*. Il est apparu dans plusieurs circonstances, après des incendies considérables, des végétaux phanérogames n'existant pas dans le pays; tel est, d'après Morison, cité par Tréviranus dans sa Biologie, l'*erysimum latifolium* (M. Thiébaut de Berneaud dit que c'est le *sisymbrium strictissimum*), sur les ruines d'une grande partie de Londres incendiée en 1666. Froriep cite, dans des circonstances semblables, l'*erysimum angustifolium* en Norwége, le *blitum capitatum* à Kœnigsberg, le *senecio viscosus* à Copenhague. En 1839, une tranchée de 5 à 7 mètres de profondeur ayant été ouverte pour la construction du chemin de fer de Birkenhead à Chester, toutes les berges se couvrirent de *sinapis arvensis*. La terre, prise à une grande profondeur, se couvre de végétaux comme si elle était saturée de

velues ou soyeuses, se réfugient dans les interstices de la couche végétale produite par le détritus annuel et successif des feuilles, des jeunes pousses, des débris de plantes et autres, qu'elles s'y tiennent cachées jusqu'à ce que le degré de chaleur versée sur elles par le soleil, l'action de l'humidité fournie par la terre, impriment le mouvement nécessaire aux germes qu'elles recèlent, et que, favorisés par les gaz circulant autour d'eux, ceux ci atteignent tout le développement qui leur est promis; mais je demanderai que l'on me prouve qu'il en est de même pour le gland, pour la faîne, pour les noix osseuses et monospermes des pins, recherchés avec une sorte de fureur par les sangliers, les rats, les perroquets, les pourceaux, les cerfs, les écureuils, la loxie au bec croisé, les perroquets et plusieurs autres espèces d'oiseaux. D'une part, l'expérience nous a fait voir que des semences de diverses familles, enfermées en un lieu parfaitement sec, peuvent conserver et conservent, en effet, longtemps leur propriété germinative; mais celles confiées à la terre ne s'y trouvent-elles pas sans cesse sollicitées à germer, ou bien, si l'humidité est trop grande, à pourrir en peu de mois? De l'autre part, la multiplicité des ronces, leurs racines traçantes et nombreuses, la force végétative qui caractérise toutes les parties de ces plantes, ainsi que la rapidité avec laquelle elles augmentent le nombre de leurs tiges, et l'étendue considérable de terrain qu'elles envahissent, sont autant de causes pressantes pour prévenir le développement de tous les germes qui tenteraient de se montrer auprès d'elles. C'est encore pis avec la ptéride : son rhizome produit, à la surface de la terre, beaucoup d'articulations très-vivaces qui fournissent chacune des jets multipliant à l'infini, principalement quand elles se trouvent sur un sol mis en culture. Il en sort aussi des racines se dirigeant dans tous les sens et s'enfonçant très-profondément; j'en ai vu qui s'étendaient à plus de 6 mètres, d'autres jusqu'à 10, et offraient généralement près de 54 millimètres de circonférence, ce qui les rend extrêmement nuisibles à toute autre végétation.

« Sans aucun doute, il est des limites que l'intelligence humaine ne peut franchir; disons mieux, l'état actuel des connaissances acquises ne nous autorise pas encore à considérer un fait sous toutes ses faces, afin de le tourner ou de l'obliger à se décomposer devant nous; mais rien ne nous permet, pas même l'obscurité du phénomène qui nous occupe, de contester à la nature la faculté de créer, de changer ses formes, de varier sans cesse ses productions, de leur imposer une ou plusieurs exceptions à ses lois éternelles. »

germes. C'est ainsi que Henckel, ayant mis dans un pot de la terre prise au printemps, à 0m,65 de profondeur, et l'ayant placée au faîte de sa maison, y vit croître des graminées et des orties.

Une étude plus modeste et non moins utile est celle des *stations*. Quoique les flores locales dépendent des influences du milieu, l'on ne s'y attache pas assez. Nous avons vu, par ce qui précède, que, partout où l'homme porte ses pas, il trouve la terre ornée de verdure; qu'il aille du pôle à l'équateur, qu'il quitte les plaines pour gravir la cime des monts, qu'il suive le cours des fleuves ou des ruisseaux, s'engage dans les marais, s'arrête sur le bord des fontaines limpides ou des fossés remplis d'une vase pestilentielle, il verra que la vie végétale est universelle, et que le manteau qui couvre la région dite des neiges éternelles n'a pas échappé à l'empire du monde animé, puisqu'on y trouve encore le *protococcus*. Les rochers les plus durs, les monuments antiques exposés au soleil brûlant de l'Égypte, les déserts dont la fraîcheur si rare des nuits tempère à peine l'aridité, les profondeurs même de la terre, celles des eaux, ne sont pas dépourvus de toute participation à la vie générale. Si la flore de ces localités est restreinte, elle n'en existe pas moins, et sous des formes neuves, parce qu'elle est appropriée au milieu. Ce que la nature n'a pas fait pour la série phanérogamique, elle l'a fait pour le monde cryptogamique, ce monde des infiniment petits qui s'attache aux granites les plus durs. Il ne faut pas méconnaître que, la nature plaçant toujours les êtres dans le milieu propre à leurs conditions d'existence, c'est dans leur patrie, dans leur station surtout, qu'il convient d'étudier les plantes, et ne pas les juger au dehors; car elles ont perdu leurs caractères natifs. Les végétaux des terres glacées acquièrent sous notre climat des formes extraordinaires qui les rendent méconnaissables; les espèces tropicales s'atrophient, et même les plantes de nos champs, celles de nos bois, prennent dans nos jardins un aspect si nouveau, qu'elles ont cessé d'avoir le caractère qui leur est propre.

Voici les stations pour les végétaux d'Europe; comme elles comprennent toutes les localités dans leur plus grande variété, on pourra s'en servir comme d'un guide certain pour les autres parties de la terre :

Plantes des montagnes, *Plantæ montanæ*. — Ce sont celles qui

croissent sur les hautes collines ou les derniers contre-forts des grandes chaînes qui ne sont qu'accidentellement sous la neige. On a réservé le nom de *pl. collinæ* pour celles qui croissent dans les lieux élevés, tels que collines ou coteaux.

Plantes des Alpes ou alpestres, *Pl. alpestres*. — Les plantes de cette station habitent sur les plus hautes montagnes; mais, dans leurs parties moyennes, elles sont en général de stature très-médiocre.

Plantes alpines, des glaciers, nivéales, *Pl. nivales, alpinæ, glaciales*. — Ces végétaux, en très-petit nombre, croissent seulement sur les points où la végétation a perdu sa puissance; et, à l'exception de quelques lichens qui montent plus haut encore, elles forment les limites extrêmes de la végétation et sont voisines des neiges éternelles : ce sont les *potentilla nivea* et *frigida*, *ranunculus* et *draba nivalis*, *artemisia* et *gentiana glacialis*, *silene acaulis*, *diapensia helvetica*.

Plantes des rochers, *Pl. rupestres*. — Quoique paraissant rentrer dans la catégorie des plantes qui croissent au milieu des pierres, celles-ci ont un caractère particulier, et appartiennent souvent à des genres dont les tiges et les feuilles sont succulentes, bien que beaucoup d'autres ne soient pas dans le même cas. On appelle *rupestres* et *rupicolæ* les plantes qui croissent sur les rochers nus et élevés, et *saxatiles*, *saxosæ*, *saxicolæ*, celles qui sont établies sur des rochers presque nus.

Plantes des bois, des forêts, sylvatiques, *Pl. nemorosæ, sylvaticæ*. — Les plantes qui croissent à l'ombre des grands arbres sont, en général, printanières, et elles apparaissent le plus souvent avant que les feuilles ne soient développées; car ce qu'elles recherchent surtout, ce n'est pas la protection de leur ombrage, c'est la fraîcheur entretenue à leur pied par la richesse du sol qui doit sa fertilité continue aux détritus abondants qui se renouvellent chaque année.

Plantes des haies, *Pl. sepium*. — Il est un certain nombre de végétaux qui, refoulés par les envahissements de la culture, se sont retirés à l'ombre des haies; tels sont les *bryonia*, *convolvulus sepium*, *solanum dulcamara*.

Plantes champêtres, *Pl. campestres*. — Les végétaux qui croissent dans ces localités sont ceux qui s'accommodent des champs arides et incultes, où ils ne trouvent en général qu'une nourriture peu abondante.

Plantes des sables, *Pl. arenosæ, arenariæ, sabulosæ, ammodytes.* — Cette station comprend tous les végétaux qui croissent dans les sables éloignés des eaux. Malgré l'aridité apparente des sables, ils renferment encore une humidité assez abondante pour nourrir un grand nombre de végétaux.

Plantes des prés, des prairies, *Pl. pratenses.* — On trouve dans cette station la plus grande variété de végétaux appartenant surtout aux familles des graminées, composées, légumineuses, ombellifères, labiées, et des *rumex,* des *rhinanthus.* Beaucoup de végétaux dont les prés sont la station propre en portent le nom comme spécifique, tels sont les *trifolium pratense, phleum pratense, salvia pratensis.* On a distingué les plantes des pâturages, *Pl. pascuorum,* de celles des prés, parce que les pâturages, ou pacages, sont des lieux secs et herbeux où la faux ne passe pas, et l'on ne peut ni pour l'une, ni pour l'autre de ces deux stations, admettre des caractères tranchés ; ces dernières participant pour la nature à celle des lisières et des hauts prés, il en résulte que cette distinction est inutile.

Plantes des lisières, *Pl. versuræ.* — On a établi une station particulière pour les végétaux qui affectionnent surtout les bandes de terre incultes, mais herbues, qui bordent les champs et les bois.

Plantes des moissons, *Pl. segetales.* — Les végétaux qui croissent dans les moissons ont un caractère souvent assez particulier pour qu'on ne puisse les confondre avec celles des champs cultivés. Ce sont, en général, les *centaurea cyanus, adonis æstivalis, githago segetum, chrysanthemum segetum, alsine segetum, delphinium consoliga.*

Plantes des champs cultivés, *Pl. agrorum, arvenses.* — Ce sont celles qui viennent se mêler à nos cultures, malgré les soins que nous prenons de les en faire disparaître par le sarclage. Elles ont un caractère particulier, quoique beaucoup d'entre elies rentrent dans la classe précédente.

Plantes des guérets ou des jachères, *Pl. arvorum.* — Quoique peu différentes en général de celles qui croissent dans les champs et les moissons, dont les guérets au reste ne sont que la continuation, on y trouve comme espèces dominantes les *thlaspi arvense, iberis amara, myosotis scorpioides.*

Plantes des toits, *Pl. tectorum.* — Les plantes désignées sous

ce nom sont celles qui croissent sur les toits de chaume, telles que les *sempervivum* et le *bromus tectorum*.

Plantes des décombres, *Pl. ruderales*. — On appelle ainsi les plantes qui viennent dans les deblais, le long des murs et dans les lieux incultes voisins des lieux habités; elles sont peu nombreuses, mais caractéristiques et appartiennent aux genres *marrubium*, *lappa*, *datura*.

Plantes des murailles, *Pl. murales*. — On les trouve le long des murs, dans leurs fissures, comme la pariétaire, ou sur leur sommet, comme certains *draba*, *saxifraga*.

Plantes des pierres, des lieux pierreux, *Pl. saxatiles*, *lapidosæ*, *petrosæ*. — Les plantes qui croissent dans les fentes des murs y trouvent encore, dans les débris du plâtre ou de la terre qui a servi à en unir les pierres, une nourriture qui leur permet de vivre; mais celles qui viennent dans les pierres, les véritables saxatiles, trouvent encore moins de nourriture.

Plantes des prairies humides, *Pl. uliginosæ*, *uliginariæ*. — La station désignée sous ce nom est humide sans être inondée; elle tient à la fois de la nature des marais et de celle des prés marécageux. Les végétaux qui y croissent spontanément sont impropres à faire du fourrage; ils ne peuvent servir qu'à chauffer le four ou à faire de la litière. Ce sont surtout des *carex*, *scirpus*, *eriophorum*, et quelques *orchis*.

Plantes des lieux inondés, *Pl. inundatorum*. — Ce n'est, à proprement parler, qu'une station accidentelle, car les lieux où croissent ces végétaux sont souvent inondés pendant l'hiver; et dans les années chaudes et sèches, ils sont entièrement dépourvus d'humidité, de sorte qu'il y croît aussi bien des végétaux des marais que de ceux des terres humides. Les végétaux caractéristiques sont les *juncus squarrosus*, *hypericum elodes*, *lycopodium inundatum*.

Plantes des marais ou marécageuses, *Pl. paludosæ*. — Ce qui caractérise les marais, c'est de n'être secs en aucun temps de l'année et constamment inondés et fangeux. On a réservé le nom de *marécageuses* *palustres* pour les plantes qui habitent les endroits aquatiques : les plantes des tourbières, *Pl. turfosæ*, rentrent dans cette station. On y trouve comme plantes spéciales les *sonchus palustris*, *cirsium palustre*, *alisma ranunculoides*, *equisetum palustre*.

Plantes maritimes, littorales, *Pl. maritimæ*, *littorales*. — On

a donné le nom de *plantæ salinæ, salsæ, salsuginosæ*, ou des marais salants, à celles qui croissent dans les terrains salés ou saumâtres du voisinage de la mer. La végétation du littoral a un caractère qui lui est propre, et l'on y trouve des végétaux caractéristiques, tels que l'*eryngium maritimum*, le *crithmum maritimum*, l'*inula crithmoidea*, l'*arenaria maritima*, le *crambe maritima*, le *cochlearia danica*, les *salicornia fruticosa* et *herbacea*, l'*aster tripolium*, l'*orseille*, l'*ephedra*, etc.

On a établi des distinctions subtiles peut-être, mais qui ont leur utilité, pour désigner les végétaux qui croissent dans les eaux; ce sont les plantes *aquatiques* (*aquaticæ*), qui croissent dans l'eau ou dans son voisinage, et *aquatiles* (*aquatiles*); celles qui sont plongées dans les eaux.

Plantes des étangs, *Pl. lacustres, stagnales*. — Ce sont les *chara*, qui vivent au fond des eaux; les *callitriche* et les *lemna*, qui flottent à leur surface, et toutes les plantes qui croissent dans les endroits dont le fond est vaseux et qui sont toujours inondés. Tels sont les *ranunculus lingua*, *sium inundatum*, *phellandrium aquaticum*, *ceratophyllum demersum*, *typha*.

Plantes des rivages, *Pl. ripariæ*. — Les végétaux caractéristiques de cette station sont les *butomus umbellatus*, *sparganium erectum*, *scirpus maritimus*, *iris pseudo-acorus*, *cyperus longus*. On a désigné sous le nom de *rivulares* celles qui viennent plus immédiatement dans l'eau : tels sont les *alisma* et le *sparganium natans*.

Plantes fluviales, *Pl. fluviales* ou *fluviatiles*. — Celles-ci croissent directement dans l'eau des rivières et des ruisseaux; ce sont les *nuphar*, les *nymphæa alba*, la *vallisneria*, les *villarsia*, les *potamogetons*, les *naias*, les *myriophyllum*.

Plantes des fontaines ou fontinales, *Pl. fontinales, fontanæ*. — Ce sont les végétaux qui habitent les eaux des fontaines et les petits ruisseaux qui en découlent.

Plantes marines, *Pl. marinæ*. — Les plantes marines sont celles qui croissent dans les eaux de la mer.

Plantes épiphytes et parasites, *Pl. epiphytæ* et *parasiticæ*. — On a fait une station particulière pour les végétaux qui croissent aux dépens d'autres espèces, et qui ne réussissent que sur la plante qu'ils ont adoptée et à laquelle leur vie est étroitement liée. Ce sont là les vrais parasites qui naissent sur des végétaux vivants, tirent leur nour-

riture de la plante même, et vivent à ses dépens : tels sont les *orobanches*, le *gui*, la *cuscute*. Il est d'autres plantes qui croissent sur des végétaux, mais sans rien leur emprunter pour leur développement : les orchidées et les broméliacées sont dans ce cas ; on les désigne sous les noms de plantes *épiphytes*, ou de *fausses parasites*.

De Candolle divise les végétaux parasites en deux classes : les parasites phanérogames et les parasites cryptogames. Les *parasites phanérogames* sont subdivisées en trois groupes : 1° les *parasites chlorophylles* ou feuillées, appartenant à la famille des Loranthacées, et dont nous avons chez nous le *gui* pour type ; elles vivent réellement sur le tronc des arbres dicotylédones, et aux dépens de leur substance ; 2° les *parasites radicicoles*, dépourvues de feuilles, vivant sur les racines des autres végétaux et dépourvues de suçoirs latéraux, telles que les *orobanches*, les *lathræa*, les *monotropa*, les *cytinus*, *cynomorium* et *rafflesia* ; 3° les *parasites caulicoles*, qui vivent sur les tiges des autres végétaux, comme les *cuscutes*.

Les *parasites cryptogames* forment trois groupes : les *superficielles*, les *intestinales*, ou *biogènes*, et les *parasites nécrogènes* : 1° *parasites superficielles* : telles sont les *érysiphes* qui croissent sur les noisetiers, les saules, les bouleaux, les peupliers, et même sur les végétaux herbacés ; les *erineum*, qui se développent sur les feuilles de la vigne et de divers arbres, ressemblent à des touffes de poils, et les *rhizoctonia*, dont une espèce fait périr le safran et l'autre la luzerne ; 2° *parasites intestinales* ou *biogènes* : ces sont les *uredo*, les *æcidium*, les *puccinies*, etc., qui se développent dans les tissus sous-jacents des feuilles et des tiges d'un nombre considérable de plantes ou dans les ovaires des céréales comme l'*ergot*, le *charbon*, la *carie*, etc. ; 3° les *parasites nécrogènes*, appartenant aux hypoxylees, et qui s'établissent sur les végétaux morts ou mourants.

Les *fausses parasites* sont les *mousses*, les *lichens*, les *champignons*, qui vivent sur les écorces et sur certaines algues. Il donne improprement ce nom aux végétaux volubiles qui entourent les arbres de leurs rameaux flexibles ou s'y fixent avec des crampons.

CHAPITRE III

SYMÉTRIE ASCENDANTE DANS LE RÈGNE VÉGÉTAL. COMPARAISON DES DEUX RÈGNES.

Comment se produisent dans leur innombrable variété les végétaux des ordres inférieurs? D'où partent et où vont ces myriades de corpuscules qui, poussés par une force inconnue, semblent attendre pour se développer qu'ils aient trouvé un milieu propre à leurs conditions particulières d'existence? C'est ce que nul ne sait ; et dans son besoin de trouver une explication à toutes choses, l'homme, cherchant à soulever le voile qui cache ces mystères, enfante des théories qui aboutissent, après de longs débats, à une même incertitude. Exposons ces diverses hypothèses, qu'on a poussées au delà, sans doute, des limites assignées par la raison à toute généralisation.

Harvey, le premier parmi les modernes, a dit formellement que les animaux et les végétaux naissent tous « soit spontanément, soit d'autres êtres organisés, soit en eux, soit de parties d'entre eux, soit par la putréfaction de leurs excréments; qu'il est général qu'ils tirent leur origine d'un principe vivant, de telle sorte que tout ce qui a vie ait un élément générateur, d'où il tire son origine ou qui l'engendre. »

Tréviranus dit que « la matière organisée, dépourvue de forme par elle-même, mais apte néanmoins à prendre celle de la vie, conserve une forme déterminée sous l'influence des causes extérieures, n'y persiste qu'en tant que ces causes continuent d'agir, et qu'elle en prend d'autres dès que de nouvelles causes influent sur elle. »

« Les êtres organisés, dit Tiedemann, sont produits par leurs semblables, ou doivent naissance à la matière des corps organisés en état de décomposition... La puissance plastique de la matière ne s'éteint pas après la mort; elle conserve la faculté de revêtir une nouvelle forme et de se montrer apte à jouir de la vie. La mort ne porte donc que sur les individus organiques, tandis que les matières organiques entrant dans la composition de ces êtres continuent à pouvoir prendre forme et recevoir vie. »

Telle est la théorie des savants qui croient que la matière orga-

nisée est apte à entrer, après la destruction de sa forme définie, dans des combinaisons nouvelles.

Spallanzani pensait que ces êtres nouveaux tirent leur première origine de principes qu'il appelle *corpuscules préorganisés*. Le savant Cuvier croyait à la préexistence du *radical de l'être* qui existe avant la série des évolutions ; mais il avoue que la reproduction des êtres est un problème à jamais incompréhensible pour notre esprit.

Quant au célèbre Bonnet, il croyait fermement que les germes sont emboîtés les uns dans les autres indéfiniment, et il ne fait sur ce point aucune concession.

On croit aujourd'hui à la diffusion, à travers l'espace, de myriades de corpuscules ou de germes, qui attendent pour naître à la vie qu'ils se trouvent dans des conditions favorables. Sans préjuger sur cette grave question, on peut admettre que chaque organisme a sa loi, et que ses variations gravitent entre certaines limites, sans qu'il y ait pour cela cependant fixité éternelle ; bien loin de là, certaines formes ne se produisent qu'après que d'autres ont disparu, et ces métamorphoses s'effectuent par la puissance de la loi d'évolution, inexplicable en principe, mais démontrée par les faits.

Exposons donc succinctement la série des faits propres à jeter du jour sur cette question. Il faut reconnaître que les lois qui président à la vie des êtres primordiaux ne sont pas absolument les mêmes que chez ceux d'un ordre plus élevé, qui ont besoin pour soutenir leur existence d'appareils assimilateurs compliqués, et chez lesquels la vie est un mouvement continu sans qu'il y ait possibilité de la suspendre, ne fût-ce qu'un seul instant. Nous voyons, au contraire, les nostocs, quelques jungermannes, subir une dessiccation complète et prolongée, et revenir à la vie par la plus simple humectation. Chez les animaux, tels que les tardigrades, cet exemple est vulgaire. Il faut donc qu'il y ait en eux une puissance vitale qui résiste bien énergiquement à la destruction, pour que les causes qui entraînent le plus communément l'extinction de la vie, chez les autres êtres, n'aient aucune influence sur eux.

Ce qu'on a itérativement constaté, c'est l'état d'indifférence dans lequel se trouve la matière organique à son point de départ ; elle flotte entre l'animal et le végétal. On ne sait, en effet, auquel des deux règnes rapporter certains êtres inférieurs ; car l'on voit les conferves se former de globules libres, doués d'un mouvement spontané.

Le travail de M. Unger sur le moment de l'animalisation des *zygnema* confirme cet état d'incertitude entre les deux formes. Il est cependant un fait : c'est que, dans les liquides destinés à l'étude des microscopiques, les générations animales ne sont pas contemporaines des apparitions végétales, et celles-ci ne commencent à se produire que quand tous les animaux ont disparu, ce qui semblerait établir un antagonisme réel entre les deux règnes. Ce serait donc à la destruction des éléments organiques animaux que les organismes végétaux devraient naissance? C'est ce qu'on est obligé d'admettre, du moment que l'on a reconnu l'absence de contemporanéité entre eux.

Nous voyons la *matière verte* de Priestley se développer dans les liquides exposés à l'influence de la lumière, même en l'absence de l'air. Les conferves apparaissent dans toutes les circonstances où des liquides réunis en masse sont soumis à l'action des milieux ambiants; elles naissent même dans des solutions alcalines. Retzius vit s'en développer au sein d'une solution de chlorure de baryum dans de l'eau distillée, abandonnée pendant six mois dans un flacon bouché à l'émeri. Il se forme, au bout d'un temps très-court, des filaments confervoïdes dans l'eau de Sedlitz artificielle; les matières organiques amorphes, appelées *barégine*, et qui se trouvent dans les eaux sulfurées thermales, se déposent par le refroidissement des eaux, mais il faut y distinguer les matières organisées spéciales que M. Fontan, de Luchon, a désignée sous le nom de *sulfuraire* pour lese aux sulfurées et qui ont reçu d'autres noms à Neris, à Plombières, à Vichy, etc., mais qui sont toujours des algues oscillariées et des substances organiques amorphes, nommées *sulfurose, hydrose*, etc., qui, par leur composition, se rapprochent un peu des albuminoïdes.

Le nostoc, qui se développe sur la terre comme une gelée animale; le *protococcus*, qui végète sur la neige qui couvre la cime des monts, au point où la vie organique semble avoir cessé; les conferves et les batrachospermes, qui naissent sur certaines espèces de poissons et de mollusques, prouvent beaucoup en faveur de la génération primitive, qui s'applique aux *diatomacées*, véritables animaux-plantes, aux fucacées et aux lichens, toujours avec cette réserve, que chaque groupe présente des formes simples, se composant de plus en plus, et terminant la série par l'être le plus complexe, qui jouit de la propriété de se reproduire par gemmation ou par fissiparité, et les plus élevés par des spores (Voir Pl. 14, 15, 16 et 17).

Les eaux présentent d'abord les organisations primitives propres aux eaux douces, et plus rarement aux eaux salées, telles que des charas, des ulves, etc. : ce sont les pygmées de l'ordre; les eaux marines nourrissent exclusivement les floridées et les fucacées. Les lichens appartenant aux groupes inférieurs se développent sur des rochers nus, au milieu des mers, sur des points où aucun être vivant n'a pu en apporter les germes, et se succèdent ensuite dans un ordre régulier. Ce sont les premiers organismes qui s'attaquent aux *corps bruts* et les détruisent ; quelques-uns cependant se développent sous les tropiques, sur les feuilles de plantes toujours vertes. Après eux viennent les champignons, qui affectionnent les *corps organisés* en état de maladie ou de décomposition. On trouve parmi ces derniers une telle variété de formes et de stations, accompagnées de circonstances si singulières, qu'on peut douter de leur production par des germes répandus dans les airs. Comment expliquer autrement que par la *génération primitive* la présence des mucédinées, qui ne se développent que quand il existe, dans le lieu où elles se trouvent, un corps en decomposition? Dutrochet, partisan de la *panspermie*, ou de la diffusion universelle des germes, a fait développer des *botrytis* et des *monilia* dans des dissolutions d'albumine et de fibrine, et dans de l'eau distillée de laitue mêlée à des alcalis ou à des acides. Il obtint des moisissures articulées, tantôt avec les premières, tantôt avec les secondes. La plupart des substances animales ou végétales en état de décomposition, telles que le pain, les fruits, le fromage, le bois, le cuir humide, etc., se couvrent de byssacées. Leur développement à l'extérieur des corps ne serait qu'une preuve secondaire, si la variété des formes suivant les corps ne compliquait la difficulté. D'autres ont des stations spéciales et ne se trouvent pas ailleurs : on peut citer le *coremium citrinum*, qui forme de petits groupes jaunes sur les excréments de souris ; l'*isaria felina*, qui se développe sur les déjections de chat. Certaines espèces de sphéries et d'*isaria* ne croissent que sur des cadavres d'insectes : tels sont l'*isaria sphyngum*, qui a pour station unique les cadavres des papillons de nuit ; l'*isaria aranearum*, ceux des araignées; l'*isaria crassa*, les chrysalides ; l'*isaria eleutheratorum*, certaines espèces de carabes. Pourquoi ne rencontre-t-on l'*onygena equina* que sur les sabots de cheval en décomposition? D'autres se développent sur des animaux vivants, mais sans doute en état de maladie : la muscardine des vers à soie est dans ce cas.

Les conditions pathologiques dans lesquelles se trouvent certains êtres donnent souvent encore naissance à des champignons microscopiques qui se développent dans les cavités closes : tels sont ceux trouvés dans les cellules aériennes d'une cigogne, par M. Heusinger, et par M. Mayer, à la surface du poumon d'un geai. Certaines plaies gangréneuses donnent aussi naissance à des moisissures. Il s'en développe dans les citrons, sans qu'ils aient été ouverts, et au centre de la masse compacte de certains fromages. Le célèbre forestier Hartig a trouvé des petits champignons, qu'il a appelés *nyctomycètes*, dans les cavités du ligneux d'arbres dont les couches extérieures étaient parfaitement saines, et il affirme qu'ils ne produisent pas de spores. Marklin a trouvé le blanc d'un œuf de poule converti en *sporotrichum* Ajoutons-y cette longue série de champignons qui croissent sur les végétaux malades et qui sont de genres et d'espèces différentes suivant la nature de la plante, ou même la partie affectée. Parmi les gymnomycètes, nous avons les urédinées, qui causent la carie des grains et attaquent les violettes, les œillets, les groseilliers, à la surface inférieure des feuilles desquelles elles se trouvent ; les *æcidium*, qui se développent sur les feuilles des borraginées, des *cirsium*, des epilobes, des renonculacées, etc. ; les *puccinia*, sur les feuilles de certaines composés, de la bétoine, du pigamon des prés ; les *fusidium*, sur les feuilles des arbres, les tubercules de pomme de terre malades ou en état de décomposition ; le *spermædia* de Fries, qui paraît être la cause de l'ergot du seigle et peut-être aussi de celui du maïs. Aux hyphomycètes appartiennent, outre les mucédinées, les *hypha* et les *lanosa*, qui se développent au milieu des brouillards d'automne et dans les mines, où l'air est chargé d'hydrogène ; les mycodermes, qui se produisent dans les solutions chimiques ; les *rhacodium*, qui tapissent les tonneaux et les poutres des caves de leurs longues ramifications noires ; le *rhizomorpha*, qui obstrue les conduits destinés à la circulation des eaux, et croît dans des mines profondes, dans des fissures du sol, entre les couches de houille hermétiquement closes, etc., etc.

Un fait qui vient à l'appui de l'influence des conditions ambiantes sur le développement des êtres, est l'expérience de Gleditsch. Ayant rempli de pulpe de melon des pots bien nettoyés et préalablement chauffés, qu'il couvrit ensuite d'une gaze, il obtint des byssus et des tremelles dans ceux qu'il avait placés dans un lieu sec et élevé,

et des mucorinées dans ceux qui se trouvaient dans un lieu bas et humide. Le papier exposé à l'humidité se couvre de plaques roses, jaunes, noires, qui sont autant d'organismes différents, ce qui tient à l'hétérogénéité des substances qui entrent dans la composition du papier, et dont chacune s'organise à sa façon.

Comment se reproduisent ces infiniment petits? Les plus grands par des spores, et les microscopiques de l'échelle inférieure, par gemmation, le premier mode de génération.

On se demande où s'arrête la génération primitive; la question est encore pendante devant le tribunal de la science; le temps seul et la persévérance des observateurs parviendront sans doute à porter la lumière dans ces ténèbres.

Le monde végétal est aujourd'hui arrivé à sa fixité : il n'oscille plus qu'entre d'étroites limites; ce ne sont plus les grandes formes qui changent, ce sont les mille détails accessoires de la forme qui sont devenus les jeux du milieu ambiant, ou le résultat des transmissions héréditaires, ayant une même origine, mais plus éloignée. Aussi, tant que la terre restera dans cet état d'équilibre si propre à l'entretien de la vie, il n'y aura pas d'altérations profondes dans les types; il faudra qu'une perturbation nouvelle, en changeant toutes les lois qui régissent le monde actuel, change les conditions d'existence des êtres vivants; alors, tout sera modifié ; car il existe dans le règne organique, qui comprend les animaux et les végétaux, une si étroite solidarité, que rien ne peut changer dans cette longue chaîne sans que le reste n'éprouve d'altération.

Pour bien connaître la signification du règne végétal, il faut en étudier les lois d'évolution, et l'on y reconnaîtra, comme loi première, que tout le règne végétal peut se résumer en trois grands groupes : les acotylédones, ou végétaux *asymétriques* (en en exceptant les vasculaires), et les *symétriques*, qui comprennent : les monocotylédones ou végétaux articulés; et les dicotylédones ou végétaux axillaires. Les trois planches d'ensemble (Atl. I, Pl. 8, 9 et 10), destinées à exposer graphiquement cette pensée, présenteront synoptiquement les caractères qui distinguent ces trois groupes répondant à une triple série d'évolution, et parallèlement aux trois séries animales : radiaires, articulés et vertébrés.

Les radiaires (Pl. 8, fig. 6 à 10) et les autres animaux inférieurs n'ont pas d'axe ; on trouve dans cette série tous les jeux bizarres de la

nature pour arriver à une forme définie. La plupart des organes propres aux êtres supérieurs manquent ou sont de figure étrange : ce sont des poches, des sacs, des étoiles, des tubes, des masses presque amorphes comme certains mollusques ; il semblerait que la puissance plastique, qui a réuni ces éléments, cherchât péniblement une forme et ne la cherchât d'abord pas dans la symétrie ; enfin ils se multiplient par division ou par bourgeons. Les acotylédones sont dans le même cas; depuis les algues jusqu'aux lichens (Pl. 8, fig. 3, 4 et 5), ce sont des êtres polymorphes, gracieux parfois, étranges toujours, affectant toutes les figures et toutes les couleurs. A mesure que l'on s'éloigne de ces groupes inférieurs, les formes se régularisent sans pour cela devenir réellement axifères : on trouve cependant dans les fougères certains genres qui non-seulement se dressent comme des palmiers, mais se bifurquent ; ce n'est pas néanmoins un appendice raméal, une branche implantée sur le tronc : c'est un simple dédoublement. Des gemmes, des spores, sont le mode ordinaire de reproduction des êtres de cette classe.

Dans les articulés et les annelés (Pl. 9, fig. 4, 5, 6 et 7), on retrouve le second type : les annelés sont composés de segments dont chacun semble être construit sur le même plan et paraît être la reproduction de celui qui précède ; les plus élevés dans l'ordre des articulés sont également composés d'anneaux qui concourent cependant à former une unité organique limitée. La sexualité s'élève aussi, et à l'hermaphrodisme succède la diclinie ou séparation des sexes.

Les monocotylédones correspondent aux articulés en ce qu'ils présentent, comme eux, des articulations réelles, des nœuds : tels sont les palmiers, les graminées (Pl. 9, fig. 1, 2 et 3), et si les autres ont une tige simple en apparence, comme les liliacées, les narcissées, etc. (car c'est la hampe qu'on prend pour la tige), ce sont, au lieu d'articulations, des emboîtements qui rentrent dans le même mécanisme. Le *pandanus odoratissimus* et l'asperge dévient de cette loi commune : ils ont une tête ramifiée, mais ce ne sont pas des branches, c'est un simple épanouissement de la tête de l'arbre ou du bourgeon, ce qui n'infirme en rien la loi d'analogie.

Les vertébrés (Pl. 10, fig. 2 à 5) ont non-seulement un axe solide, mais des appendices latéraux; chez eux, la séparation des sexes est constante ; les dicotylédones (fig. 1 et 6) sont dans le même cas sous le rapport appendiculaire : la tige, qui forme l'axe, sert de base à des

rameaux qui deviennent à leur tour des axes nouveaux subdivisés en ramilles portant des fleurs et des fruits. Toutefois, la plante axillaire diffère de l'animal vertébré en ce que celui-ci, malgré sa structure complexe, est un être simple, tandis que le végétal est comme un polypier dont chaque rameau peut se détacher et donner naissance à un individu nouveau. L'hermaphrodisme est la loi que la nature a imposée à ces êtres privés de mouvement : la séparation des sexes est une rare exception.

Le parallélisme du végétal et de l'animal semble assez bien prouvé pour qu'on doive regarder les lois de la nature organique comme étroitement liées entre elles, et qu'on sente le besoin de ne jamais dissocier ces deux grands règnes, si l'on veut devenir naturaliste.

On retrouve, dans divers groupes des trois classes, des répétitions de forme qui frappent assez vivement l'esprit pour qu'on y voie la reproduction de la même idée : ainsi, les équisétacées ont la plus grande analogie avec les *casuarina*; les fougères et les cycadées, avec les palmiers; les mousses et les hépatiques, avec certaines podostémées; les naïadées, avec les characées.

Le seconde loi, dépendance étroite de la première, est celle de l'ascendance symétrique de la forme dans chaque classe (Atl. I, Pl. 11, 12, 13, 14, 15, 16 et 17).

Prenons pour exemple les champignons, qui ne sont, au bas de l'échelle végétale, que des filaments déliés (Pl. 14, fig. 13 et 14), que des granules jetés sans ordre sur un réseau asymétrique; passons aux urédinées, dont les spores sont contenus dans les enveloppes protectrices (fig. 15) ; de là montons aux lycoperdées (fig. 24), qui ne sont que l'exagération des précédentes, une masse cellulaire sans forme; nous avons cependant déjà un progrès, puisque les spores sont renfermés dans un péridion et que la nature a pourvu à la sûreté de la reproduction ; en arrivant aux agarics (fig. 25) et aux bolets, on trouve des formes plus régulières, et, jusqu'à un certain point, approchant de la symétrie; quelques genres, comme les *clavaires*, affectent des formes laciniées plus élégantes, sans variété dans les appareils de la vie de nutrition ou de reproduction; ce sont des êtres simples entre tous. Les *algues* (Pl. 14, fig. 1 à 9 et Pl. 8, fig. 4, 5) s'allongent en frondes, mais elles partent d'un empâtement commun, sans plan ni symétrie : ce sont parfois des franges gra-

cieuses, sans que rien justifie cette disposition qui ne répond pas à un axe, mais à une ramification capricieuse. Les lichens (Pl. 14, fig. 10, 11 et 12) et les hépatiques (Pl. 15, fig. 1 à 5), plus avancés dans l'échelle végétale, commencent par de simples plaques crustacées, puis membraneuses; enfin, ils finissent par des frondes dressées, arboriformes, sous des dimensions microscopiques pourtant, et semblent clore la série réellement amorphe, bien que déjà les hépatiques forment le passage aux mousses. Les mousses (Pl. 15, fig. 6 à 10), quoique foliifères, n'en sont pas moins d'un ordre inférieur, car elles simulent un axe, mais n'en ont réellement pas. Ce sont des rosettes de feuilles emboîtées les unes dans les autres, et que surmonte un pédicelle qui est vulgairement appelé *tige*, mais qui ne mérite pas ce nom, puisque, dans le plus grand nombre de genres, il est annuel. Les lycopodiacées (Pl. 15, fig. 13 et 14) sont dans le même cas; mais elles ont une espèce d'axe ou de rachis portant des feuilles, et qui se divise en nombreux rameaux. Si l'on admet la soudure des verticilles de feuilles, on aura une tige articulée, ce qu'on trouve dans les *chara* (Pl. 14, fig. 8), qui affectent cette forme; ils répondent, ainsi que les prèles (Pl. 15, fig. 15), à la loi d'ascendance qui veut que dans chaque grand groupe il y ait une sorte de résumé de l'ensemble. Ainsi, les *chara* ressemblent un peu aux prèles par la disposition de leurs appendices verticillés, et ces dernières ont, outre leur tige articulée, des rameaux qui le sont également et, de plus, sont disposés en verticilles. Les fougères (Pl. 15, fig. 11 et 12), par les espèces arborescentes, sont le passage qui conduit des acotylédones aux monocotylédones, en négligeant les groupes inférieurs, pour arriver aux palmiers (Pl. 14 et 15, ascendance des formes dans les acotylédones).

On trouvera peut-être que ces coupes sont arbitraires et tracées à bien grands traits, mais on ne peut nier qu'elles ne soient vraies, au moins dans leurs généralités, et c'est là le plus important, car les anomalies ne prouvent rien contre la règle, et l'ascendance des formes est manifeste dans l'acotylédonie, et dans chaque groupe de cette classe, comme dans les autres classes et les autres êtres; on peut s'en convaincre par les types figurés Pl. 14 et 15. On y doit remarquer que les groupes, qu'on a appelés improprement *familles*, sont de véritables classes; c'est pourquoi on peut fort bien, en les étudiant, pénétrer dans le mystère de la loi d'ascendance. La repro-

duction n'a pas d'autres caractères qu'une simple émission de gemmules, si l'on peut appeler ainsi les spores qui viennent sans le secours apparent de la fécondation, et qui affectent le principe binaire et ses multiples, comme on le voit dans la figure (Pl. 11, fig. 1 à 4).

Il en est de même dans le règne animal : partez de l'infusoire, qui a, lui aussi, son ascendance, malgré son apparente simplicité ; passez aux radiaires, dont les plus infimes ressemblent aux conferves, et qui s'élèvent de proche en proche jusqu'aux échinodermes, qui sont les plus compliqués ; des tuniciens passez aux mollusques, et dans ce grand type, des acéphales, comme l'huître, aux céphalopodes, comme la seiche, et vous trouverez qu'il y a dans chaque groupe, entre les animaux qui les composent, la distance qui sépare les êtres les plus parfaits des plus rudimentaires ; là aussi on trouve le principe binaire et ses multiples (Pl. 11, fig. 5 à 10). Il faut donc considérer, dans les deux règnes, l'ensemble des animaux et des végétaux comme un seul et même être-type transformé à l'infini, en passant par trois grandes phases, tendant toutes à la symétrie partielle d'abord, générale ensuite.

Quand on arrive aux monocotylédones, l'ascendance (Pl. 16) est, sinon plus obscure, du moins plus confuse, surtout dans l'état actuel des méthodes ; on manque de criterium pour juger de la perfection successive des types, et l'on se borne à prendre pour point de départ une base arbitraire. On ne s'est point attaché à chercher les grandes lignes qui répondent aux lois de l'analogie, et les principes élevés qui devraient être les phares de la science ; en un mot, on n'a pas synthétisé l'idée d'un type général dans les végétaux ; on a voulu faire entrer linéairement dans la méthode les petits groupes anormaux : de là vient la confusion. Il est donc impossible de suivre par la pensée l'idée d'un type à travers ce dédale. Cependant, en suivant la méthode empirique des ressemblances dont nos plus grands zoologistes, tels que Buffon, Cuvier, ont tiré un si grand parti, on arrive à saisir une idée au milieu de ce chaos, et l'on reconnaît que l'idée la plus élevée de cette classe doit être : périgone externe, 3 sépales ; périgone interne, 3 pétales ; étamines 6, stigmates 3, ovaires à 3 loges (Pl. 12). Les nombres 3-3-3 sont la préparation ascendante, les autres nombres ne sont que des anomalies. Les végétaux acotylédones finissant aux fougères devraient commencer aux palmiers, dont les sexes

sont souvent séparés sur deux sujets différents : tel est le dattier; on voit donc encore, dans ces groupes, la sexualité flottante et incertaine. Cependant on les a séparés par des familles presque normales et hermaphrodites. Les typhacées aux fleurs monoïques, dont les enveloppes sont à peine ébauchées, ont déjà normalement 3 étamines, ce qui est une tendance vers la régularité. Il faut prendre ensuite les familles à fleurs imparfaites dans lesquelles les nombres 3 ou 6 sont régularisés : nous trouvons d'abord les graminées (Pl. 16, fig. 1) et les cypéracées, dont presque tous les genres sont hermaphrodites; dans les premières ils ont communément 3 étamines, d'autres fois plus, mais toujours des multiples de 3 (6,12), et 1 ovaire à 2 styles. Les cypéracées sont plus régulières : elles ont 3 étamines, 3 stigmates, 1 ovaire trigone et un fruit trigone. Les restiacées (fig. 2), dont le périgone est glumacé, offrent anormalement les 2 nombres 2 — 3, et se trouvent moins avancées dans l'échelle symétrique. Les joncinées (fig. 4), à fleurs hermaphrodites et à double périgone régulier, présentent déjà les nombres 3—6 pour les étamines, 3 stigmates, 1 ovaire à 3 graines ou triloculaire-polysperme; on voit déjà que les types se symétrisent. Les commélinacées et les butomées (fig. 3) suivent la même loi, mais leurs enveloppes florales sont colorées. Les asparaginées, dont la fleur offre un double périgone, présentent déjà le nombre 6, quelquefois cependant mêlé au nombre 8 pour ses organes mâles; puis, viennent en foule, à la fin de cette grande classe, les colchicées, les pontédéracées, les dioscorinées (fig. 6), les liliacées, (fig. 5), les broméliacées, les narcissées (fig. 8), qui ont pour caractère constant un périgone double concolore, dont chacun a trois divisions, 6 étamines, 1 ovaire à 3 loges et le plus souvent triangulaire, enfin les palmiers (même Pl. 16, fig. 12). Toutes ces familles sont normalement symétriques; l'ascendance n'est donc que les divers degrés qui conduisent à la symétrie et à la perfection de l'idée du type végétal, qui est la régularité, et la réunion des sexes dans une même enveloppe se traduisant, pour les monocotylédones, par le nombre 3, ou son multiple 6, dans l'appareil floral et reproducteur.

Tout ce qui reste en dehors de cette grande loi est anormal, et l'on ne peut considérer que comme des aberrations du type régulier les aroïdées (Pl. 16, fig. 11), les musacées (fig. 10) et les orchidées, qui ne ressemblent à rien, et dont les affinités sont non-seulement obs-

cures, mais encore impossibles à établir. Cependant on trouve dans la première famille un ovaire triloculaire ; dans les amomées, un calice trisépale, une corolle combinée avec 3 staminodes pétaloïdes et un ovaire triloculaire ; les orchidées ont, malgré leur irrégularité, 3 sépales, 3 pétales, 3 anthères, dont deux avortées et à l'état de staminodes, et un ovaire à 3 loges. Mais, comme il y a dans ces familles des anomalies de nombre, elles ne peuvent pas entrer dans la série linéaire sans interrompre la gravitation vers la symétrie.

Dans le règne animal, même obscurité : on trouve cependant aussi, dans les articulés, une ascendance incontestable et une dissemblance d'autant plus grande entre les anneaux ou articles qui composent leur corps, qu'ils s'élèvent plus dans l'échelle des êtres. Les entomozoaires sans organes ambulatoires, tels que les intestinaux et les annélides apodes, comme les sangsues (Pl. 9, fig. 6), conduisent aux sétigères, qui ne rampent plus et ont mode mixte d'ambulation ; de là aux articulés pourvus de pieds (Pl. 9. fig. 4), il n'y a plus que peu de distance. Plus on s'élève en passant des arachnides aux myriapodes, de ceux-ci aux crustacés, et enfin aux insectes hexapodes, plus l'ascendance et la symétrie sont faciles à suivre. On reconnait donc une tendance manifeste vers deux buts : la fixation, à la partie postérieure du corps, des appareils de la sexualité qui affectionnaient toutes les positions imaginables, et la symétrie entre les divers organes. Le nombre des yeux et des pattes devient fixe : au lieu de 8,5 (en comptant les yeux lisses et les yeux à facettes comme formant cinq appareils), ils se trouvent réduits à 2, composés de cellules polygones et placés de chaque côté de la tête ; et les pattes, qui variaient depuis 2 à 300 paires jusqu'à 14, 10, 8, sont irrévocablement fixées à 6, 3 de chaque côté (Pl. 12, fig. 1, 2, 3) ; les organes de manducation sont des mâchoires régulières ; le corps est composé de deux parties similaires réunies par une soudure médiane ; enfin, toute la série devient symétrique.

Si la loi de symétrie, qui se confond avec celle d'ascendance, dont elle n'est que l'instrument, est obscure dans les monocotylédones, elle l'est plus encore dans les dicotylédones, quatre à cinq fois plus nombreuses (Atl. I, Pl. 17, fig. 1 à 12). On reconnait cependant que la loi de symétrie est fondée, malgré toutes les lacunes et les interruptions qui interrompent la série, sur la présence d'un double périanthe et la division régulière de toutes les parties de la fleur, enve-

loppes et organes générateurs, en 5, avec l'hermaphrodisme comme loi dominante (Pl. 13, fig. 7, 8, 9). Nous trouvons en tête de la série des familles diclines ou dioïques, des fleurs incomplètes et des organes générateurs en nombre variable, mais le plus souvent multiples de 2 : tels sont les conifères (Pl. 17, fig. 1) et les amentacées (fig. 2). On ne tarde pas à trouver l'hermaphrodisme comme loi fixe, et les nombres 4-5 se présentent au lieu de 2, ainsi que cela se voit dans les santalacées et les urticées (Pl. 17, fig. 3). Une fois arrivé aux nyctaginées, l'hermaphrodisme est établi dans toute la série, à quelques rares exceptions près, et le nombre 5 devient dominant; si ce n'est pas toujours dans le nombre des étamines, qui est très-souvent double de celui des organes protecteurs, comme nous l'avons vu dans les monocotylédones, c'est dans celui des enveloppes florales, qui affectent la forme symétrique. Les principales familles dans lesquelles ce nombre se retrouve avec constance, sont : les plantaginées (Pl. 17, fig. 6), les primulacées (fig. 7), l'immense famille des solanées, les borraginées, les gentianées (fig. 8), les apocynées, les campanulacées, les cucurbitacées, les composées, qui forment la plus grande famille de tout le règne végétal, les ombellifères, les géraniacées (fig. 10), les malvacées (fig. 9), les rosacées (fig. 11), dans lesquelles on trouve pourtant aussi le nombre 4, et les papilionacées (fig. 12), dans lesquelles les enveloppes florales affectent avec le plus de constance le nombre 5, et dont les étamines, qu'elles soient distinctes ou soudées entre elles, n'en offrent pas moins constamment le nombre 10. Les séries quaternaires intercalées paraissent le résultat d'avortements dans les familles à corolle irrégulière surtout, où l'on trouve le rudiment d'une cinquième étamine : telles sont les rhinanthacées et les labiées, qui présentent le nombre 4 ; mais elles ont néanmoins un calice à 5 divisions, la corolle le plus souvent à 5 découpures, dont les altérations tératologiques ramènent toujours au type normal, loi générale dans les genres irréguliers, où le moindre changement dans la forme rétablit le type symétrique. Dans un grand nombre de familles anomales, si les étamines sont en nombre variable, les enveloppes florales présentent fréquemment le nombre 5 et suivent la loi de symétrie; on trouve cependant de la fixité dans les crucifères, où les nombre 4-6 se présentent partout; dans les familles polyandres, on retrouve tous les nombres possibles, ce qui prouve que les étamines n'occupent qu'une place secondaire dans l'arithmétique morphologi-

que ; ainsi, dans les papavéracées, la multiplicité des étamines n'empêche pas la prédominance des nombres 2 et 4, de même que, dans la grande famille des renonculacées, c'est le nombre 5 qui domine dans les enveloppes florales. Au résumé, les anomalies, quelque multipliées qu'elles soient, n'en montrent pas moins, dans cette grande classe des dicotyledones, la sexualité hermaphrodite comme la loi dominante et la plus haute expression de l'idée de perfection dans le règne végétal, et la régularité des formes, avec le nombre 5 pour base, comme la grande loi de symétrie. Arriver à la symétrie est donc le but de la nature; tous ses efforts tendent là, et les anomalies que présentent les êtres de différents groupes ne sont souvent que des essais pour arriver à des modifications ascendantes, ou des ebauches abandonnées sans qu'une dernière main y ait été mise. Représentons-nous dans chaque groupe l'idée qui en forme le type, et nous verrons que, sans avoir étudié la nature, sans idée théorique, on est d'accord sur ce principe, que l'être le plus symétrique est celui qui est en général regardé comme le type de ce groupe. Parmi les sauriens, on prendra toujours comme type le crocodile ou le lézard, et non le gecko ou le basilic ; parmi les poissons, la carpe, la perche seront regardées comme les types, et non la baudroie ou le tétrodon ; parmi les oiseaux, le merle, la fauvette, représenteront bien mieux l'idée oiseau que le pingouin ou le flamant; parmi les mammifères, nous n'irons pas prendre le morse ou le dugong pour type de cette classe ; mais nous prendrons le lion ou le tigre pour les carnassiers, le cheval ou la gazelle pour les herbivores, et nous ne nous arrêterons ni au tapir, ni à l'hippopotame, ni au rhinocéros. Dans notre propre espèce, nous prendrons un beau type caucasien, et non un nègre du Congo. En un mot, la symétrie est la loi de perfection, ce que prouve dans le règne animal la classe des vertébrés. Si nous examinons les poissons, nous voyons que la loi de symétrie et l'ascendance ou le perfectionnement de la forme s'y trouvent parfaitement confirmées. Quel est l'idéal du poisson? Un être ayant corps comprimé, des appareils de mouvement et de respiration ; en un mot, une organisation qui lui permet de vivre dans le milieu où la nature l'a placé. Nous trouvons, au bas de l'échelle, les chondroptérygiens, qui sont loin de répondre à l'harmonie des formes qui est la tendance de la nature ; cependant les esturgeons sont déjà moins asymétriques; mais il faut, de groupe en groupe, s'élever

jusqu'aux acanthoptérygiens pour y trouver le vrai poisson type, et ne pas descendre plus bas que les malacoptérygiens abdominaux, ou les cyprins et les ésoces. Les reptiles, plus irréguliers, parce qu'ils semblent être un pont jeté entre la vie aquatique et la vie terrestre, forment des groupes parallèles et non linéaires : les amphibies commencent au lépidosirène, autant poisson que reptile, et finissent aux batraciens; les serpents passent aux scinques, déjà munis de pattes et qui servent de passage aux sauriens; quant aux tortues, c'est une grande création anormale qui n'a pas d'analogue dans les autres classes, à moins qu'on ne la compare aux tatous, parmi les mammifères; pour les oiseaux, ceux qui sont le plus symétriques et répondent le plus à l'idée *oiseau*, sont les passereaux et les rapaces; les mammifères, qui commencent par les cétacés, ne se perfectionnent qu'en passant des ruminants aux carnassiers, et de ceux-ci au singe, qui précède l'homme. Tous les vertébrés sont des animaux doubles ou composés de deux parties similaires (Pl. 10), et leur plus haut degré de perfection est, outre l'harmonie des formes, l'isolement de chaque appareil, qui ne sert qu'à une seule fonction, et la division en cinq des organes de locomotion et de préhension (Pl. 13, fig. 1, 2, 3, 4 et 5).

La nature exprime une même idée sous des formes très-variées; l'idée d'un type, d'un genre, varie souvent à l'infini : par exemple, l'idée *orchis*, réunie dans une famille dont la structure anormale est si étrange, présente, avec toutes les nuances possibles, plus de 2,000 variations; et dans un cadre plus restreint, l'idée *convolvulus* se traduit par 300 formes variées qui sont de simples nuances de la forme normale.

Si nous étudions maintenant la structure intime des végétaux des trois grandes classes, nous trouverons qu'il y a également une ascendance réelle dans la composition textulaire de chacun d'eux, et que les organes qui servent à l'accomplissement des fonctions physiologiques deviennent eux-mêmes plus complexes. Le tissu cellulaire (Pl. 18, fig. 12, 13) ou tissu universel, unique peut-être, à travers toutes ses transformations, constitue seul les acotylédones inférieures; à peine y voit-on quelques traces d'organisation fibrillaire : ce sont de simples cellules, de forme variable; et, jusqu'aux mousses exclusivement, qui commencent la série des acotylédones vasculaires, on ne voit pas encore apparaître de vaisseaux; ce sont elles qui les pre-

mières montrent les rudiments d'une organisation plus complexe. Dans les lycopodiacées et les marsiléacées, on distingue, au centre, des vaisseaux particuliers composés de longues fibres soudées au bout l'une de l'autre; dans les prêles, on trouve des vaisseaux annulaires (Pl. 19, fig. 1, 2); les fougères, plus élevées dans l'échelle des acotylédones vasculaires, ont à leur centre un faisceau composé de vaisseaux annulaires ou, le plus souvent, scalariformes (Pl. 19, fig. 6); et quel que soit le genre auquel appartienne une fougère, qu'elle soit arborescente ou herbacée, sa tige présentera toujours la même structure, et le système de vaisseaux restera le même. C'est encore la confirmation de la loi déjà signalée : au tissu cellulaire simple succèdent des vaisseaux, métamorphose de ce même tissu, incomplets d'abord, puis se régularisant et devenant communs à tous les derniers groupes, qui nous conduisent jusqu'aux monocotylédones, où l'on observe pour système général une tige formée de faisceaux disposés dans un ordre qui paraît confus, mais qui n'est qu'à symétrie obscure, et dans lesquels on distingue des trachées, des vaisseaux ponctués et même des vaisseaux laticifères (Pl. 19, fig. 9, 12). Les dicotylédones réunissent, sous le rapport de la structure intérieure, tous les modes infinis de variation : on y trouve, enfin, l'expression la plus élevée de la structure intime du végétal avec des appareils parfaitement distincts pour chaque fonction.

Tout, comme on le voit, vient confirmer la loi de la symétrie ascendante, et cette loi unitaire se retrouve dans le règne animal : les tissus, simples dans les animaux inférieurs, deviennent de plus en plus complexes, à mesure qu'on se rapproche des vertébrés, et dans les mammifères ils affectent tous les genres de transformation et font le désespoir des histologistes.

« La nature, dit Agardh, pour réaliser une idée, n'y va pas tout d'un coup; mais, commençant par les formes les plus simples, elle continue pas à pas jusqu'aux formes les plus composées, et finit par présenter, sous des formes normales et complètes, l'idée qu'on n'avait pu qu'entrevoir dans les formes antérieures. »

Le grand Linné, voulant peindre d'un seul trait les différences qui caractérisent les êtres des deux règnes, les a ainsi définis : *Les animaux sont des corps qui se nourrissent, se reproduisent, sentent et se meuvent. Les végétaux se nourrissent, se reproduisent, mais ne sentent pas et ne sont pas doués de mouvement volontaire.* Cette définition,

plutôt fondée sur des caractères négatifs, tels que le défaut de mouvement et de sensibilité, que sur des caractères positifs, n'est remarquable que par son laconisme; mais elle n'est pas d'une exactitude rigoureuse : on trouve dans le sommeil des plantes un mouvement bien caractérisé, et dans l'irritabilité du stigmate des *mimulus*, des étamines des *berberis* et des *sparmannia*, dans celle des folioles de la sensitive, de la dionée, du *megaclinium falcatum*, une sensibilité obtuse encore, mais irrécusable. On ne peut donc pas donner une définition exacte de la plante en une seule phrase, et surtout en n'employant que des caractères négatifs; car il serait impossible de se faire une idée de l'essence d'un être qui ne serait composé que de caractères de cet ordre; un être est un composé de signes positifs qu'on ne peut déduire que d'une longue suite de comparaisons.

On peut définir un animal : *un organisme limité* dont les parties constituantes atteignent leur perfection peu de temps après sa naissance, ou qui naît avec tous ses appareils, lesquels ne subissent plus que des modifications légères, et dont la nutrition augmente les dimensions pendant un certain temps, puis ne fait qu'entretenir la vie, sans qu'il y ait augmentation des parties. Il parcourt des âges qui répondent à des époques fixes de son existence : la fixité des parties constituantes est donc le caractère positif de l'animal.

Le végétal, au contraire, est *un organisme illimité*, dont les parties extérieures croissent en nombre, et qui ne s'arrête pas dans son développement; l'augmentation du nombre des parties extérieures en est le caractère distinctif.

S'il existe une analogie frappante entre les grands actes qui président à la nutrition chez les animaux et chez les végétaux, il n'en est pas de même quand on examine les organes chargés de cette fonction.

Les éléments de la nutrition sont différents chez les uns et chez les autres : les animaux prennent leurs aliments dans le règne végétal ou dans le règne animal, et ne se servent des substances inorganiques que comme de condiments ou pour aiguiser leur appétit; ils les divisent, les reçoivent dans la cavité gastrique, qui n'est que le réservoir où se mêlent les diverses substances alibiles; de là elles sont, en changeant de nature de proche en proche, converties en un liquide qui n'est que la première préparation du sang; puis, sous cette dernière forme, elles sont charriées dans tout l'organisme, qui s'en trouve re-

nouvelé et rajeuni. Les matières non assimilables sont expulsées par les transpirations et les déjections. L'animal renferme, en outre, certain nombre de glandes dont chacune est chargée d'une fonction particulière, et qui fournit sa sécrétion propre. Tous les organes de nutrition de l'animal sont intérieurs, et le tube digestif ne présente que deux orifices, un pour la déglutition, et l'autre pour l'excrétion. Les organes respiratoires sont renfermés dans la poitrine, et l'air aspiré par la bouche est rejeté par le même orifice. La peau est le seul organe externe qui fonctionne par exhalation. Enfin, l'animal, ayant des organes ambulatoires et de préhension, peut aller au loin chercher sa nourriture.

Dans le végétal, tout se passe autrement : fixé au sol, il est obligé de vivre des matériaux de nutrition ambiants, sans pouvoir aller les chercher au delà du rayon où il étend ses racines et ses branches. N'ayant ni organes de préhension, ni appareil de manducation, il ne peut pas prendre d'aliments solides, ni les réduire en pulpe pour les faire passer dans une cavité gastro-intestinale qui n'existe pas; il lui faut donc des éléments de nutrition liquides, et ceux qui lui conviennent le mieux sont ceux qui proviennent de débris animaux et végétaux désagrégés par la putréfaction et réduits à l'état gazeux. Ces matériaux, charriés dans l'organisme végétal, subissent, sous l'influence de la respiration, qui a lieu par les feuilles, des transformations qui les convertissent en cellules nouvelles, tandis que les matériaux usés par la vie s'en vont par les mêmes organes foliacés qui représentent le poumon des animaux, et qui servent à l'aspiration et à l'expiration. Des systèmes particuliers, et semblables aux divers appareils glandulaires qu'on trouve chez les animaux, élaborent les produits spéciaux qui se déposent dans des lacunes comme dans autant de réservoirs. Comment se passent ces diverses opérations, nous l'ignorons; car la simplicité même des organes internes de la plante s'oppose à une investigation; nous ne pouvons même pas nous expliquer clairement le mode de cheminement des fluides dans des vaisseaux qui paraissent dépourvus de contractilité; et, à part un petit nombre de faits relatifs à la fécondation, comme chez les aroïdées, nous ne voyons pas que le mouvement vital développe dans le végétal, comme dans l'animal, une quantité notable de calorique.

Sous le rapport de la génération, le végétal est encore l'inverse de l'animal; chez l'un, et nous ne parlons que des plus élevés, les

organes générateurs sont internes, et la bissexualité est le point culminant de la perfection; l'ovule, déposé dans le sein de la mère, y prend tout son accroissement, et n'en sort que quand il a acquis une perfection organique qui lui permet de vivre au milieu de l'air ambiant. Dans le végétal, au contraire, l'hermaphrodisme est la loi générale; parce que, la locomotilité lui étant interdite, la fécondation serait soumise au caprice des vents ou des insectes; c'est pourquoi l'on voit, dans les plantes diclines, ces masses de poussière fécondante charriées par les airs comme des nuages de soufre. Les organes sexuels, protégés par de frêles enveloppes, sont extérieurs, et l'ovule, au lieu d'être fécondé dans une cavité appartenant à l'être qui l'a produit, se détache et tombe sur le sol, qui le reçoit dans son sein et en fait un nouveau végétal. Dans les animaux, la mère nourrit son jeune fruit avec le lait de ses mamelles; dans les plantes, le germe végétal reçoit la première nourriture d'une matière albumen qui l'entoure dans la graine, ou de ses deux feuilles cotylédonaires, qui sont pour lui comme deux mamelles nourricières.

La vie de l'animal est limitée, celle du végétal l'est moins; les grands arbres bravent les siècles et peuvent compter jusqu'à plusieurs milliers d'années : la mort arrive quand le tronc, ce réservoir commun, sur lequel sont implantées les branches comme autant de polypes ou d'arbustes indépendants, perd sa vigueur et ne tire plus du sol les fluides nourriciers qui en faisaient pour ses rameaux une terre fertile. Dans l'animal, à l'exception de ceux qui appartiennent aux groupes inférieurs, une grave lésion entraîne infailliblement la perte du membre qui en est le siége; une ablation le mutile, parce qu'il représente une unité organique. Dans le végétal, herbacé même, les moindres parties, mises dans des conditions favorables, donnent naissance à un sujet nouveau, tandis que les diverses parties de l'animal meurent quand elles en sont détachées. Cependant, on peut également greffer l'un sur l'autre des tissus vivants; mais dans le végétal, c'est pour le perfectionner ou le reproduire, et dans l'animal, ce n'est qu'une simple curiosité ou quelquefois un moyen de réparer une perte de substance. L'arbre, en subissant des mutilations, se développe avec plus de vigueur, tandis que l'animal dépérit. C'est que chez l'un la vie est multiple, tandis que chez l'autre elle est essentiellement simple et unique.

On peut donc regarder, malgré le parallélisme qui a été précé-

demment signalé, l'animal et le végétal comme deux êtres inverses, sous le rapport des systèmes anatomique et physiologique, ce qui avait fait dire à Aristote que les plantes sont des animaux retournés; ils paraissent destinés à compléter la vie universelle et à la répandre partout, sous toutes les formes. Ces deux grandes séries sont mutuellement nécessaires l'une à l'autre; mais l'animal surtout ne peut se passer du végétal, qui, à son tour, croît avec plus de vigueur, quand la terre qui le nourrit est fécondée par des débris animaux. Les infiniment petits des deux règnes sont les parasites des végétaux et des animaux, et sous ce rapport il y a un mutuel échange de procédés de destruction.

CHAPITRE IV

CHIMIE VÉGÉTALE[1].

Les idées *d'ensemble* sur l'être végétal, telles que nous venons de les présenter, nous conduisent à donner les notions de chimie végétale indispensables pour comprendre les réactions et les transformations qui peuvent s'opérer au sein de l'organisme vivant. Nous ne comprendrons dans ce chapitre que les combinaisons chimiques qui appartiennent *en commun* à tous les végétaux, les détails sur les principes immédiats propres à chaque plante étant du domaine de la Flore médicale.

C'est par l'analyse et par la synthèse qu'on arrive à connaître la composition des corps; les progrès récents de la chimie synthétique nous obligeront à insister sur quelques-unes des méthodes employées pour reproduire artificiellement les corps de la nature, et pour opérer les transformations des uns dans les autres ; c'est par la synthèse que l'on a pu faire pour ainsi dire de toutes pièces certains corps gras, des hydrogènes carbonés, l'alcool, les essences de moutarde, de reine des prés, de gaulthérie couchée, etc., etc.

Les végétaux sont composés de solides et de liquides; les divers procédés mécaniques, physiques et chimiques de séparation de ces principes donnent divers *produits* ; ceux-ci, dédoublés par les dissolvants ou par des réactions, conduisent aux *principes immédiats*.

On entend par principe immédiat tout corps dont les propriétés sont constantes, telles que densité, densité de vapeur, point d'ébullition ou de fusion, forme cristalline, etc., et qui ne peut être dédoublé en deux ou plusieurs principes; le mélange des principes immédiats donne des produits immédiats; ceux-ci sont dits naturels lorsqu'on les trouve tout faits dans la nature, et *fabriqués* lorsqu'ils résultent de manipulations plus ou moins compliquées.

Ainsi l'alcool, l'acide tartrique, la morphine, la cellulose, le sucre sont des principes immédiats.

1. Cet intéressant chapitre est tout entier dû à M. le docteur Reveil.

Les térébenthines, les gommes, la manne sont des produits naturels, et l'opium, le vin, la farine, des produits fabriqués.

De cette distinction en produits et en principes immédiats découlent deux sortes d'analyses.

L'analyse immédiate est celle qui a pour but d'isoler les principes immédiats les uns des autres : ainsi, lorsque de la farine de froment on sépare l'*amidon*, la *glutine*, le *sucre*, l'*albumine*, etc., on fait une analyse immédiate. Lorsque, au contraire, on détermine la nature et les proportions de chacun des éléments chimiques constituant les principes, on fait une analyse *élémentaire*.

Les éléments des végétaux sont peu nombreux ; toute substance végétale renferme *toujours* du carbone, *presque toujours* de l'oxygène, *le plus souvent* de l'hydrogène, *souvent* de l'azote, et rarement d'autres éléments, tels que le soufre, le phosphore, etc. Nous n'entendons parler ici, bien entendu, que des produits organiques naturels, car la chimie est parvenue à substituer dans les composés certains éléments chimiques aux éléments naturels ; on a pu même faire ainsi des composés organiques ayant des métaux au nombre de leurs éléments.

Quant aux sels contenus dans les plantes, il faut les distinguer en deux groupes : 1° les sels minéraux que la plante a puisés dans le sol ; 2° les sels organiques qui ont pris naissance dans l'organisme vivant ou du moins dont un des principes, acide ou base, est de nature végétale : ces composés, organiques en tout ou partie, peuvent être constitués de la manière suivante :

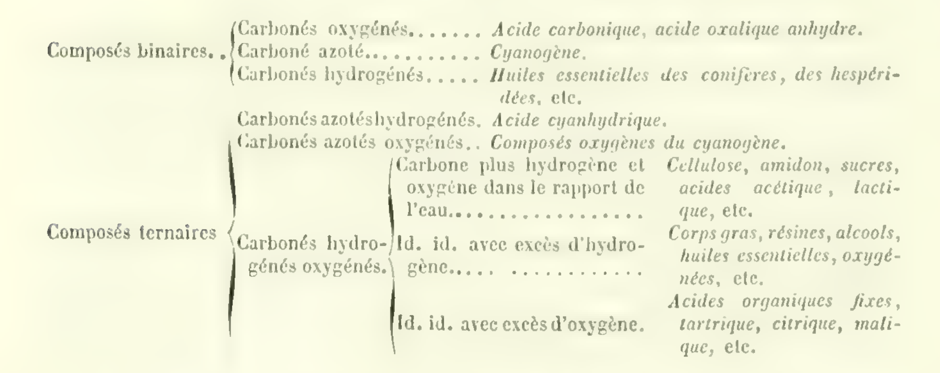
Un sel peut être complétement organique : tels sont le *malate d'atropine*, le *quinate de quinine*, etc.

Il peut être formé par un acide organique et une base minérale, comme l'*acétate de potasse*, le *tartrate de chaux*, etc., ou bien il peut renfermer un acide minéral et une base organique, tel est, par exemple, le sulfate de morphine que l'on a trouvé dans l'opium des Landes, tandis que celui du Levant contient cette base à l'état de *méconate*.

C'est donc avec le carbone, l'oxygène, l'hydrogène et quelquefois l'azote, que le végétal fabrique ces corps innombrables qui constitueraient un véritable dédale, si l'esprit méthodique du chimiste ne venait y rétablir l'ordre, et les ranger par classes, comprenant les substances dont les propriétés générales seront identiques.

Les composés organiques ont été classés d'après la nature et le nombre de leurs éléments. C'est ainsi qu'on les a divisés en binaires,

ternaires et quaternaires ; mais ces divisions seraient insuffisantes si elles ne comprenaient elles-mêmes des subdivisions ; c'est ainsi que les composés binaires peuvent être subdivisés en :



Composés binaires.	Carbonés oxygénés......		*Acide carbonique, acide oxalique anhydre.*
	Carboné azoté...........		*Cyanogène.*
	Carbonés hydrogénés.....		*Huiles essentielles des conifères, des hespéridées*, etc.
Composés ternaires	Carbonés azotés hydrogénés.		*Acide cyanhydrique.*
	Carbonés azotés oxygénés..		*Composés oxygènes du cyanogène.*
	Carbonés hydrogénés oxygénés.	Carbone plus hydrogène et oxygène dans le rapport de l'eau..................	*Cellulose, amidon, sucres, acides acétique, lactique*, etc.
		Id. id. avec excès d'hydrogène....	*Corps gras, résines, alcools, huiles essentielles, oxygénées*, etc.
		Id. id. avec excès d'oxygène.	*Acides organiques fixes, tartrique, citrique, malique*, etc.

Les composés quaternaires ou azotés sont eux-mêmes divisés en plusieurs groupes formés par des corps ayant tantôt la même composition (isomères), tantôt se ressemblant par des propriétés générales communes ; c'est ainsi que l'on a fait le groupe des *albuminoïdes*, des *alcalis organiques*, des *matières colorantes azotées*, etc.

La création des types entrevus par le puissant génie de Lavoisier, et établis irrévocablement dans la science par les travaux de MM. Dumas, Laurent, Gerhardt, etc., a été pour la chimie végétale un flambeau autour duquel sont venus s'éclairer tous les phénomènes de la vie du végétal ; elle a permis d'établir des groupes et de combler des lacunes entre les deux points opposés d'une échelle.

Malgré que les phénomènes chimiques se passent entre un petit nombre d'éléments, quatre ou cinq au plus, il règne encore une grande obscurité sur les phénomènes chimiques de la vie ; toutefois on a pu, par des théories, arriver à surprendre les secrets de la nature, et à imiter ses produits dans le laboratoire du chimiste. C'est là sans contredit une des plus belles conquêtes de l'esprit humain ; et, devant les découvertes récentes faites en chimie, on se demande jusqu'où peuvent aller les puissances de la nature lorsqu'elles sont dirigées par le génie de l'homme.

On sait parfaitement l'origine des éléments chimiques des plantes ; tous ceux qui appartiennent à la nature minérale ont été puisés dans le milieu où la plante a pris racine ; le *carbone* vient de l'acide carbonique de l'air, des carbonates du sol, et de l'humus ; l'*azote* a

pour origine l'air, les sels ammoniacaux et les composés oxygénés de l'azote que le sol peut renfermer, tels qu'azotates et azotites; l'*hydrogène* vient de l'eau de l'atmosphère, de celle du sol, de l'ammoniaque et de l'humus; l'*oxygène* vient de l'air, de l'eau et des divers engrais; la mutation de ces éléments est incessante et continuelle; les plantes prennent au sol, à l'eau, et à l'air leurs divers éléments; elles nous les fournissent sous la forme d'aliments, de médicaments, etc., pour les reprendre plus tard sous celle d'engrais.

Avant de passer à l'étude des divers principes immédiats des végétaux, nous croyons devoir prévenir le lecteur contre une erreur généralement répandue. On croit, en effet, que l'animal se distingue essentiellement du végétal au point de vue chimique, en ce que le premier est essentiellement quaternaire et le second ternaire, et on en est arrivé à regarder comme synonymes les dénominations de substances animales et de substances quaternaires d'un côté, et celles de substances végétales et de corps ternaires. Il est incontestable que l'azote est plus abondant dans le règne animal que dans le végétal; mais il n'en est pas moins vrai que les graisses, les suifs, les beurres, si abondants chez les animaux, ne renferment pas d'azote au nombre de leurs éléments, tandis que les alcalis végétaux et les albuminoïdes, telles que la caséine végetale, l'amandine, la légumine, l'albumine, la glutine, sont azotées.

Tout végétal, quelle que soit sa taille, a commencé par être une cellule; c'est par la transformation de l'elément cellulaire en d'autres tissus que la plante a pris de l'accroissement. Or, au point de vue chimique, la paroi cellulaire et les transformations de la cellule sont formées par le même élément chimique nommé *cellulose*, que l'on trouve à l'état de pureté à peu près absolue dans la moelle du sureau, dans celle de l'*æschynomene paludosa* qui fournit le papier de riz, dans le coton, la fibre pure du lin, du chanvre, etc.

On a admis pendant longtemps que la trame du tissu solide de tous les végétaux, débarrassée de ce qui lui est étranger, constitue une seule espèce nommée *cellulose*, c'est-à-dire un assemblage de cellules sphéroïdales constituant le *tissu cellulaire* et de tubes cylindriques formant le *tissu vasculaire*, et entre les deux un tissu formé de cylindres à parois épaisses et terminés en pointe formant le *tissu fibreux*.

Les parois de ces trois tissus sont formées par de la cellulose,

que l'on croyait identique dans tous les végétaux ; mais depuis qu'on a trouvé un dissolvant de la cellulose, et grâce aux travaux de M. Frémy, on a vu que les tissus des plantes étaient formés de différentes espèces de celluloses.

Les matières contenues dans les divers tissus des végétaux peuvent être gazeuses, liquides ou solides.

Les matières gazeuses sont formées par de l'air plus ou moins modifié, généralement plus riche en acide carbonique ; toutes les fois que le tissu cellulaire ne contient que des gaz, son aspect est blanc mat.

Les matières liquides contenues dans les tissus végétaux sont : 1° de la séve, plus ou moins élaborée; 2° des huiles grasses; 3° les huiles volatiles. Nous ne confondons pas ici avec la séve les liquides renfermés dans les vaisseaux latexifères et dans les diverses lacunes vasiformes, tels que la térébenthine des conifères, etc. Nous donnons exclusivement le nom de séve au liquide assimilable et organisable qui donnera naissance au cambium et plus tard au tissu ligneux lui-même.

Quelques auteurs donnent le nom de *sclérogène* au contenu solide des cellules; mais la nature de ces matières solides peut varier : ce peut être un corps organisé destiné à former de nouvelles cellules, que l'on a nommé *nucleus;* ce peut être de l'amidon, des cristaux (raphides), une matière azotée particulière, et enfin de la chlorophylle qui sera à l'état gélatineux ou à l'état granulaire.

La cellulose présente la composition suivante :

Carbone	900.00	44.44
Hydrogène	125.00	6.17
Oxygène	1000.00	49.39
	2025.00	100.00

On peut donc la représenter par $C^{12}H^{10}C^{10}$.

M. Schweitzer a signalé l'ammoniure de cuivre comme un excellent dissolvant de la cellulose vraie. On obtient ce réactif en saturant de l'ammoniaque d'une densité de 0,945 par du carbonate de cuivre provenant de la précipitation du sulfate de cuivre, par du carbonate de soude (Schweitzer); ou bien on lave avec de l'ammoniaque de la tournure de cuivre jusqu'à ce que le liquide ait pris une belle teinte bleue (Péligot). M. Schweitzer a fait remarquer

qu'en additionnant l'ammoniaque d'un peu de chlorhydrate d'ammoniaque, et en employant du cuivre précipité de ses dissolutions par le fer, on obtient un réactif dont l'action dissolvante est très-prompte.

Lorsqu'on plonge dans ce réactif la moelle de certains végétaux, le tissu cellulaire de différents champignons, considérés jusqu'à présent comme de la cellulose presque pure, on observe qu'ils ne sont pas dissous; le tissu utriculaire des fruits et les fibres corticales de tous les végétaux se dissolvent dans l'ammoniure de cuivre, tandis que les fibres ligneuses lui résistent. Si enfin on fait tremper des tranches minces de fruits ou de racines dans le nouveau dissolvant, on voit la membrane externe des cellules se dissoudre, tandis que la membrane interne reste indissoute.

Le nouveau réactif de Schweitzer dissout avec la plus grande facilité le tissu cellulaire le plus dur, celui de l'ivoire végétal ou albumen du *phytelephas*, par exemple; on ne peut donc pas attribuer à la densité et à la différence de cohésion la résistance que présentent certains tissus végétaux à l'action du dissolvant. D'après M. Frémy, le nom de cellulose devrait être réservé aux celluloses solubles, et il faudrait donner d'autres noms à celles qui ne le sont pas. C'est ainsi que M. Frémy a nommé *paracellulose* la substance qui forme les rayons médullaires et la moelle; elle est caractérisée par son insolubilité dans le réactif Schweitzer; mais elle s'y dissout lorsqu'elle a été soumise à l'action des acides.

La FIBROSE, que M. Frémy obtient en traitant les fibres du bois par une solution de potasse, de manière à dissoudre la paracellulose et la vasculose, et en reprenant la masse par l'eau, l'alcool et l'éther, est caractérisée par son insolubilité dans la liqueur alcaline qui dissout les vaisseaux et les rayons médullaires, par sa solubilité dans l'acide sulfurique concentré qui ne dissout pas les vaisseaux ligneux, et par son insolubilité dans le réactif cuprique qui dissout immédiatement la cellulose, et qui n'attaque les fibres ligneuses que lorsqu'elles ont été modifiées par les acides. Ajoutons que l'acide sulfurique concentré dissout également la cellulose et la fibrose; mais tandis que la première est transformée immédiatement en glycose, la seconde est précipitée de sa dissolution par l'eau sous la forme de gelée.

La VASCULOSE, qui constituerait les parois des trachées, serait

caractérisée, d'après M. Frémy, par son insolubilité dans les acides chlorhydrique et sulfurique et dans le réactif cupro-ammoniacal de Schweitzer, et par sa solubilité dans la potasse.

Il résulte des belles recherches de M. Frémy que le bois n'est pas de la cellulose différemment incrustée par les corps que M. Payen avait désignés sous le nom de *lignose, lignone, lignin* et *ligniréose,* et dont le mélange constituait la *cellulose*; mais que, considéré chimiquement, le bois est essentiellement formé de cellulose, de vasculose, de fibrose, de paracellulose. Ces quatre corps sont isomères entre eux; mais chacun d'eux se distingue par des caractères particuliers qui en font des espèces distinctes.

D'après les idées généralement reçues, la membrane mince qui recouvre les feuilles, que M. A. Brongniart a désignée sous le nom de *cuticule*, serait de la cellulose plus ou moins incrustée de silice.

M. Frémy a fait voir que cette cuticule constituait une espèce chimique distincte, qu'il a désignée sous le nom de *cutine*. Elle est insoluble dans les dissolvants neutres, la solution de potasse faible ne l'altère pas; elle est inattaquable par l'ammoniaque, le réactif de Schweitzer, par l'acide chlorhydrique bouillant, et par les acides sulfurique et azotique froids. Elle présente la composition suivante :

Carbone	73.66
Hydrogène	11.37
Oxygène	14.97
	100.00

Cette composition rapproche la cutine des corps gras. En effet, elle est saponifiable, elle donne des acides gras à la distillation, et, traitée par l'acide azotique bouillant, elle produit des acides gras, et notamment de l'*acide subérique*; mais elle se distingue des corps gras en ce qu'elle est insoluble dans l'éther.

Disons maintenant quelques mots des propriétés de la cellulose pure et vraie, telle qu'elle existe dans l'albumen du phytéléphas ou ivoire végétal, dans le coton, le vieux linge, le papier de riz, le papier Berzélius, etc.

La cellulose pure est blanche, inodore, insipide, insoluble dans tous les dissolvants neutres, soluble dans le réactif de Schweitzer; d'où elle est précipitée par l'acide chlorhydrique, par les dissolutions des sels alcalins, de miel, de gomme, de dextrine et par l'alcool, mais non point par l'éther et le chloroforme (Schlossberger).

Précipitée, elle a un aspect gélatineux; et lavée et desséchée, elle devient cornée; à l'état gélatineux, elle est soluble dans l'acide chlorhydrique faible, qui la transforme en glycose. L'acide sulfurique étendu opère la même transformation.

La cellulose n'est pas bleuie par l'iode; mais, préalablement mise en contact avec l'acide sulfurique, il y a coloration bleue. M. Payen explique ce fait par la desagrégation du tissu; mais cette désagrégation ne paraît pas être la cause unique du phénomène.

L'acide azotique concentré transforme la cellulose en un corps inflammable analogue à la *xyloïdine,* et que l'on a nommé *coton-poudre, pyroxyle, pyroxyline, cellulose pentanitrique* $C^{24}H^{15}O^{15}(AzO^5)^5 2HO$, et qui, dissoute dans un mélange d'alcool et d'éther, consiitue le *collodion*, si utile à la médecine, aux arts, et surtout à la photographie.

Le chlore et les hypochlorites brûlent la cellulose et la transforment en eau et en acide carbonique; il est donc important de prendre de grandes précautions dans le blanchiment du papier et des toiles par le chlore; mais une fois le blanchiment opéré, on évite les effets subséquents du chlore, en traitant les matières blanchies par l'*anti-chlore* ou *hyposulfite de soude.*

Quoique la cellulose constitue la base fondamentale des plantes et qu'elle soit, par conséquent, extrêmement répandue dans la nature, elle n'appartient pas exclusivement au règne végétal. MM. Schmidt, Lowig, et Kœliker l'ont trouvée dans l'enveloppe des tuniciers, M. Péligot dans la peau des vers à soie, et M. Wirchow dans les corpuscules découverts par M. Purkinge dans le cerveau de l'homme.

On peut, à l'aide de certains réactifs, distinguer dans les tissus les mélanges de lin, chanvre et coton, et de substances animales (soie et laine) ; en effet, une dissolution de potasse à 10 pour 100 dissout rapidement la soie et la laine, tandis que les fils de lin, de chanvre ou de coton résistent; en présence du bichlorure d'étain, et à chaud, les fils de lin ou de coton noircissent, tandis que la soie et la laine conservent leur couleur.

Lorsqu'on fait bouillir pendant deux minutes un pouce carré d'un tissu dans une dissolution de parties égales de potasse et d'eau, on voit, d'après M. Bottger, que les tissus de chanvre ou de lin jaunissent, tandis que le coton reste blanc.

En plongeant les tissus dans l'acide azotique à 36° contenant de

l'acide hypo-azotique, les fils de *phormium tenax*, ou lin de la Nouvelle-Hollande, rougissent (M. Vincent); mais, d'après M. Payen, la même coloration se manifeste avec les fibres des *cocotiers*, des *pandanus*, d'*agave*, de *cissus*, etc., avec le *mauritea flexuosa*, le *phellandrium aquaticum*, le *raphanus sativus*, l'*abaca de Manille*, etc.

Substances albuminoides ou protéiques. — Quatre principes dominent dans les végétaux : ce sont, le *principe cellulaire* que nous venons de faire connaître, le *principe albuminoïde* ou *protéique*, le *principe amylacé* et le *principe gras;* ce sont ces principes que nous allons étudier successivement en rattachant à chacun d'eux les corps qui s'en rapprochent ou qui en dérivent.

Les substances protéiques ont toutes pour base la *protéine;* elle a toujours la même composition, quel que soit le corps qui l'a engendrée ; on a considéré les albuminoïdes comme formées de protéine combinée avec de faibles quantités de soufre ou de phosphore ; mais rien ne prouve que la protéine préexiste dans les albumines, elle paraît être plutôt le résultat de l'action des alcalis. Voici quelle est sa composition :

Carbone...	54
Hydrogène...	7
Azote...	16
Oxygène...	23
	100

on la représente par $C^{36}H^{25}Az^{4}O^{10}$.

C'est à M. Mulder, physiologiste et chimiste hollandais, que l'on doit l'ingénieuse théorie de la protéine ; aujourd'hui elle est admise par les chimistes, quoique très-ébranlée par les recherches de M J. Liébig.

Elle présente les trois réactions caractéristiques des albuminoïdes; elle est colorée en jaune par l'acide azotique; cette coloration est due à la formation de l'acide *xanthoprotéique;* sous l'influence de l'acide sulfurique faible et bouillant, elle se dédouble en plusieurs produits dont un est la leucine = ($C^{12}H^{13}AzO^{4}$), qui jouit de toutes les propriétés des alcaloïdes. Enfin elle est bleuie par l'acide chlorhydrique bouillant.

Les matières albuminoïdes ou protéiques sont très-répandues et assez abondantes dans les végétaux; on les trouve souvent réunies ensemble. En effet, si l'on soumet à un courant d'eau une pâte consistante préparée avec la farine de blé, et que l'on pétrisse entre les doigts, tout l'amidon est entraîné, et il reste dans les mains une ma-

tière plastique grisâtre, qui, exposée à une température de 200°, se boursoufle, et qui se décompose à une plus forte chaleur en répandant l'odeur de la corne brûlée; cette matière, qu'on nomme *gluten*, est un assemblage de diverses albumines.

Le gluten, soumis à l'action de l'alcool bouillant, laisse pour résidu une matière qui possède les propriétés et la composition de la *fibrine animale*, et qu'on a nommée *fibrine végétale*. (Dumas et Cahours.)

L'alcool en se refroidissant laisse déposer une matière blanche qui a les caractères de la *caséine* du lait, et il retiendra en dissolution la *glutine* qui, séparée de la graisse, présente un aspect pultacé et la même composition que l'albumine; enfin dans les eaux de lavage on sépare par l'ébullition une matière blanche qui possède la composition et les propriétés de l'albumine de l'œuf.

D'où il résulte que de la farine du blé on peut extraire quatre matières azotées protéiques, qui sont : la *fibrine*, l'*albumine*, la *caséine* et la *glutine;* à ce groupe d'albumines végétales on peut ajouter l'*amandine* des amandes, et la *légumine* des haricots.

Voici quelle est la composition de ces matières protéiques :

	Fibrine des deux règnes.	Caséine des deux règnes.	Albumine des deux règnes.	Glutine.	Légumine.	Amandine.
Carbone.....	52.75	53.56	53.47	53.05	50.75	50.90
Hydrogène...	6.99	7.10	7.17	7.17	6.73	6.50
Azote........	16.57	15.87	15.72	15.94	18.49	18 50
Oxygène.....	23.69	23.47	23.64	23.84	24.03	24.10
	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Non-seulement toutes ces substances se ressemblent par leur composition chimique, mais elles possèdent, en outre, des propriétés communes qui les caractérisent.

Mises en contact avec un mélange d'azotate et d'azotite de mercure, toutes les matières protéiques sont colorées en rouge; au contact de l'acide chlorhydrique concentré il y a dissolution lente avec coloration qui va en augmentant du rose au bleu; la réaction est plus vive et plus rapide à l'ébullition. La potasse les dissout, et la solution sursaturée par un acide laisse précipiter des flocons grisâtres, légers, formés de *protéine;* il se dégage en même temps de l'hydrogène sulfuré, et on trouve de l'acide phosphorique dans la liqueur : c'est ce qui avait fait dire que les albuminoïdes résultaient de la combinaison de la *protéine* avec le soufre et le phosphore.

L'*albumine* des végétaux paraît identique avec celle de l'œuf et du sang, mais cela ne prouve nullement, comme on l'a dit, que les plantes la fournissaient toute faite aux animaux ; comme l'albumine de l'œuf de poule, elle est coagulée vers + 70° ; elle peut être desséchée à une douce température tout en restant soluble dans l'eau ; l'albumine coagulée se dissout dans l'eau à une température de + 150°, et à une haute pression.

L'albumine liquide forme, avec les oxydes terreux, la chaux par exemple, des composés épais, durcissant à l'air et constituant d'excellents luts ou mastics que l'on utilise pour consolider les appareils de chimie et pour raccommoder la faïence et la porcelaine ; avec les oxydes des dernières sections, elle forme des *albuminates* insolubles qui n'exercent pas d'action sur l'économie animale ; aussi l'eau albumineuse obtenue en délayant un blanc d'œuf dans l'eau, ou bien celle qu'on obtient en exprimant les plantes inoffensives pilées, constitue-t-elle un excellent contre-poison des sels de mercure, de cuivre, etc.

Le *gluten* dont nous avons parlé est le principe complexe azoté des céréales ; il est blanc-grisâtre, très-élastique ; mais au contact de l'air humide il se ramollit, perd son élasticité et répand une odeur forte et ammoniacale ; il est insoluble dans l'alcool et les alcalis.

On mesure la qualité des farines des céréales à la quantité de gluten sec qu'elles contiennent ; en se desséchant, le gluten perd environ les deux tiers de son poids ; le gluten altéré reste mince par la cuisson, tandis que celui qui est de bonne qualité se gonfle ; un boulanger, M. Boland, a décrit, sous le nom d'*aleuromètre*, un instrument qui sert à mesurer la qualité des farines par l'accroissement de volume que prend le gluten en cuisant.

Les quantités de gluten contenues dans les diverses céréales sont les suivantes :

Farine pure	10.25	pour cent.
Froment d'automne	19. »	—
— de printemps	24. »	—
— de Barbarie	23. »	—
— de Sicile	21. »	—
Épeautre	22. »	—
Avoine	6. »	—
Seigle	5. »	—
Orge	4. »	—
Riz	3.60	—

Mais le climat, les espèces et beaucoup d'autres causes influent sur les qualités du froment. M. Millon a fait voir que certains blés ne contenaient pas ou presque pas de gluten.

Voici d'ailleurs d'après M. Péligot la composition de divers blés :

	Eau.	Matières grasses.	Gluten.	Albumine.	Matieres azotées solubles.	Dextrine amidon.	Cellulose.	Sels.
Blé blanc de Flandre......	14.6	1.0	8.3	2.4	9.2	62.7	1.8	»
— Hardy white..........	13.6	1.1	10.5	2.0	10.5	60.8	1.5	»
— tousselle blanche de Provence................	14.6	1.3	8.1	1.8	8.1	66.1	»	»
— Polisch d'Odessa......	15.2	1.5	12.7	1.6	6.3	61.33	»	1.4
— Lerisson..............	13.2	1.2	10.0	1.7	6.8	61.1	»	»
— Poulard roux..........	13.9	1.0	8.7	1.9	7.8	66.7	»	»
— Poulard bleu (conique année moyenne).....	14.5	1.0	13.8	1.8	7.2	59.9	1.5	1.9
— année très-sèche......	13.2	1.2	16.7	1.4	5.9	59.7	»	1.9
— métadin du Midi......	13.6	1.1	14.4	1.6	6.4	59.8	1.4	1.7
— de Pologne...........	13.2	1.5	19.8	1.7	6.8	55.1	»	1.9
— de Hongrie...........	14.5	1.1	11.1	1.6	5.4	65.6	»	»
— d'Égypte.............	13.5	1.1	19.1	1.5	6.0	58.8	»	»
— d'Espagne............	15.2	1.8	8.9	1.8	7.3	63.6	»	1.4
— Tangarock...........	14.8	1.9	12.2	1.4	7.9	57.9	2.3	1.6

En résumé, dans les froments le gluten peut varier de 2 à 20 et l'amidon de 50 à 70.

Toutes les céréales contiennent du gluten en plus ou moins grande proportion. Hermbstädt avait proposé de donner des noms différents aux glutens des diverses farines : ainsi le gluten de froment aurait été appelé *triticine* ; celui du seigle, *sécaline*; celui d'orge, *hordéine*; celui d'avoine, *avénine*, etc. ; mais cette nomenclature n'a pas été adoptée.

Glutine. — Nous avons dit comment on obtenait cette substance protéique, elle se distingue par sa solubilité dans l'alcool froid, elle jouit d'ailleurs de toutes les propriétés de ses congénères ; elle a été peu étudiée, et plusieurs chimistes ne la considèrent pas comme une espèce distincte, mais bien comme une altération de l'albumine et de la caséine.

L'amandine et la légumine ont la même composition et presque les mêmes propriétés ; on les distingue en ce que leurs dissolutions aqueuses sont précipitées par l'acide acétique, dont un excès dissout la legumine seulement, et en ce que celle-ci forme avec le sulfate

de chaux un composé insoluble, c'est ce composé qui durcit les haricots lorsqu'on les fait bouillir avec les eaux séléniteuses. Les dissolutions aqueuses de l'amandine et de la légumine sont coagulées par la chaleur et par les acides, le précipité est soluble dans les alcalis, l'acide phosphorique les précipite, tandis qu'il ne précipite pas l'albumine.

Le GLUTEN, la FIBRINE VÉGÉTALE, la GLUTINE, l'AMANDINE et la LÉGUMINE forment des composés insolubles avec certains oxydes métalliques, tels que ceux de mercure, de cuivre et de plomb ; la *caséine végétale* est dans le même cas, aussi peut-on utiliser toutes les albuminoïdes dissoutes comme contre-poison des sels de mercure et de cuivre.

La légumine et l'amandine s'obtiennent en faisant tremper le tourteau d'amandes, la farine de pois ou de haricots dans de l'eau distillée, on filtre et on précipite goutte à goutte par l'acide acétique, et on lave à l'eau distillée d'abord, puis à l'alcool et à l'éther.

Les graines des légumineuses contiennent jusqu'à 18 p. 100 de légumine. Elle correspond à la formule $C^{90}H^{74}Az^{15}O^{27}$.

Le *principe amylacé* ou amidon est un composé ternaire très-abondant dans les végétaux, qui peut être représenté par la formule $C^{12}H^{9}O^{9}HO$. Au point de vue chimique, les mots *amidon* et *fécule* ont la même signification ; mais le plus souvent on appelle *fécule* le principe amylacé de l'igname, des patates et des diverses pommes de terre, et on donne le nom d'*amidon* au principe amylacé que l'on retire des chénopodées, des légumineuses, des céréales et notamment du blé.

L'amidon et les fécules sont extraits soit par des procédés mécaniques, soit par la destruction par fermentation des principes avec lesquels l'amidon est associé. Dans tous les cas, la matière amylacée présente des états d'hydratation très-différents qu'il importe de faire connaître.

TABLEAU des différents états d'hydratation de la matière amylacée.

ÉTAT DE LA MATIÈRE.	EAU CONTENUE dans 100 parties.	ÉQUIVALENTS correspondants.	CARACTÈRES PHYSIQUES.
Égouttée et séchée sur une plaque de plâtre.........	45.83	15	C'est le degré d'hydratation de la fécule verte, c'est une masse compacte un peu plastique, que la pression ne divise pas.
Matière qui, étant déjà sèche, a été exposée à l'air saturé d'humidité et à 20°.	35.50	10	Poudre d'un blanc éclatant, particules adhérant entre elles à une légère pression et mieux à 100°.
Matière desséchée à l'air et conservée dans un endroit sec à 20°..............	18. »	4	C'est le degré d'hydratation de la fécule sèche du commerce, les grains adhèrent entre eux, mais ils n'ôtent pas à la masse son aspect pulvérulent; pressés entre les doigts, ils produisent une sensation de fraîcheur.
Matière desséchée dans le vide à 20°..............	9.92	2	Poussière coulant entre les doigts, sans adhérer, ne manifestant ni sécheresse ni humidité par la pression.
Matière desséchée dans le vide de 120 à 140°......	0. »	0	Poudre très-mobile, qui, pressée entre les doigts, produit une sensation de sécheresse, elle absorbe l'humidité.

L'amidon ou fécule se présente sous la forme de grains arrondis, d'aspect variable, leur diamètre varie avec chaque plante ; voici les principaux :

Grains amylacés de la pomme de terre de Rohan..	0mm.185
— de la fève..........................	0 075
— du blé..............................	0 045
— de la patate........................	0 040
— du sorgho rouge.....................	0 030
— du maïs.............................	0 . 025
— du millet...........................	0 010
— du panais...........................	0 007
— de la graine de betterave...........	0 004
— — de chenopodium chinoa....	0 002

Disons tout de suite que deux propriétés principales caractérisent la matière amylacée : la première consiste dans la propriété qu'elle possède de se gonfler considérablement dans l'eau chaude, et de faire *empois* avec elle; la seconde est de bleuir avec l'iode libre. La consistance de l'empois est d'autant plus grande, et la coloration bleue est d'autant plus foncée, que les grains d'amidon sur lesquels on agit sont plus gros. Nous reviendrons sur ces deux propriétés de l'amidon.

La première formation de la matière amylacée commence par un granule sphéroïdal; l'accroissement se fait par un ou par deux orifices portant le nom de *hile*, *ombilic* ou *ostiole;* c'est autour de ce point que la matière amylacée se forme concentriquement en couches distinctes, dont la densité augmente à mesure qu'on arrive vers la circonférence; d'après Frisch, ces couches, alternativement épaisses et minces, correspondraient aux alternances de jour et de nuit; on observe très-bien la structure de l'amidon en le chauffant à 200°, en l'imbibant d'eau et l'observant au microscope, ou bien en l'humectant d'eau alcoolisée et le desséchant sous la machine pneumatique.

Le principe amylacé est très-abondant dans les végétaux; il constitue des réservoirs de matières destinées à nourrir les jeunes plantes; il est accumulé dans les rameaux épaissis de la pomme de terre, dans les fruits des céréales, dans la tige de certaines euphorbiacées (tapioka), des palmiers (sagou), dans les semences du châtaignier, du marron d'Inde; dans les graines des légumineuses, la racine des ombellifères, de la bryone, les rhizomes de l'arum, les bulbes de la tulipe, des glaïeuls, les pseudo-bulbes des orchis, etc., etc.; mais il ne se trouve pas dans toutes ces parties en égale quantité.

Voici quelle est la proportion approximative de matière amylacée contenue dans les principaux végétaux :

Patate (racine)	13.3	pour cent.
Manioc (tige)	13.5	—
Pomme de terre (rameaux souterrains)	25	—
Igname trilobé (rhizome)	22 à 25	—
Lentille (graines)	32	—
Fève (Id.)	34	—
Haricot (Id.)	46	—
Pois (Id.)	50	—
Avoine (fruits)	59	—
Seigle (Id.)	61	—
Épeautre (Id.)	68	—
Froment du printemps (Id.)	70	—
— d'automne (Id.)	75	—
Orge (Id.)	79	—
Maïs (Id.)	80	—
Riz (Id.)	83 à 85	—

Nous avons déjà dit que l'amidon était coloré en bleu par l'iode, mais seulement dans certaines conditions; il faut d'abord que l'iode

soit libre, ensuite qu'il soit dissous dans l'eau et non dans l'alcool ; il faut enfin que la pellicule externe de l'amidon soit déchirée. L'amidon, désagrégé par la chaleur à 170°, n'est pas coloré par l'iode ; il n'est pas prouvé que l'iodure bleu d'amidon soit une combinaison chimique définie ; on sait qu'il se décolore vers 66°, et qu'il redevient bleu par le refroidissement ; la lumière solaire le décolore également, mais d'une manière permanente.

L'eau bouillie avec l'amidon désagrége celui-ci suffisamment pour que les granules en puissent traverser les papiers à filtre ; mais la solution n'est qu'apparente, car un filtre très-fin, comme les radicelles d'une bulbe de jacinthe, l'en sépare ; et par la congélation de cette prétendue solution, il se précipite et ne se dissout plus lorsqu'on ramène le mélange de glace et d'amidon à 40° ou 50°.

L'amidon n'étant pas soluble, on ne peut comprendre son rôle comme agent de nutrition dans les végétaux, qu'en admettant qu'il éprouve des transformations à la suite desquelles il devient soluble ; c'est ce qui arrive en effet, et sous diverses influences que nous ferons connaître : il devient d'abord *amidon désagrégé*, puis *dextrine*, et enfin *glycose* d'amidon.

Au contact de l'eau et à 170° l'amidon perd la propriété de bleuir par l'iode ; sans rien perdre, sans rien gagner, il s'est transformé en un corps dont les propriétés sont différentes ; ce nouveau corps est la *dextrine*, qui, comme la dissolution apparente de l'amidon, dévie à droite de l'observateur le plan de polarisation de la lumière polarisée.

La transformation de l'amidon en dextrine se fait encore sous l'influence de la chaleur à une température de 200° ; la réaction est facilitée par quelques gouttes d'acide azotique ; on obtient ainsi la dextrine connue sous le nom de *léïocome*, si employée pour les apprêts, pour l'encollage, etc. ; à 230°, la fécule et l'amidon se déshydratent, se ramollissent et paraissent fondre ; traités par l'eau, ils lui abandonnent alors une matière brune, la pyrodextrine (Gélis) $=(C^{48}H^{36}O^{36},HO)$, que l'on retrouve dans la croûte de pain, les pâtisseries, le café torréfié, le malt des brasseurs, etc., et dans toutes les matières féculentes qui ont été soumises à l'action d'une chaleur un peu forte.

Mais la transformation du principe amylacé en dextrine et en sucre se fait encore sous l'influence des acides minéraux étendus, et

surtout sous celle d'une matière protéïque qui se développe pendant la germination, et plus spécialement pendant celle des graminées; nous voulons parler de la *diastase*; c'est par son intermédiaire que l'amidon des plantes est transformé en dextrine et en sucre.

La diastase se développe pendant la germination des fruits, des céréales, des tubercules de pommes de terre, etc., etc.; non dans les germes eux-mêmes, mais à côté. Pour l'obtenir, on broie l'orge germée, on la délaye dans de l'eau tiède, et on filtre; on fait bouillir pour coaguler l'albumine; on filtre de nouveau, puis on précipite par l'alcool anhydre; le dépôt formé est purifié par des dissolutions dans l'eau et des précipitations successives par l'alcool.

Lorsqu'elle est pure, la *diastase* est blanche, amorphe, insipide; elle se dissout dans l'eau et dans l'alcool faible, et donne des dissolutions neutres; humide, elle se putréfie rapidement; mais lorsqu'elle est bien desséchée dans le vide, elle se conserve indéfiniment; elle est caractérisée par la propriété qu'elle possède de saccharifier 2000 fois au moins son poids d'amidon; c'est sur cette réaction qu'est basée la fabrication de la bière par l'orge germée; l'action est paralysée par une température de 100°.

La dextrine a absolument la même composition que l'amidon $= C^{12} H^{9} O^{9}, HO$; préparée par la chaleur et l'acide azotique, elle contient toujours de la fécule; obtenue par la diastase, elle renferme toujours de la glycose; on la purifie en traitant cette dernière par l'alcool concentré, qui dissout la glycose et non la dextrine.

La dextrine remplace la gomme dans un très-grand nombre de ses applications industrielles : pour le pain de luxe, le paron des tisserands la bière, le cidre, etc., on préfère la dextrine glycosée; pour les apprêts des tissus, pour épaissir les mordants et les couleurs, on choisit la dextrine amylacée; celle-ci, dissoute dans l'alcool très-étendu, et la solution étant additionnée d'alcool camphré, sert à faire les bandages inamovibles dextrinés des chirurgiens.

Les changements et les transformations qu'éprouve le principe amylacé au contact de l'acide azotique, varient avec l'état de concentration de celui-ci; si l'acide est très-concentré, l'amidon est transformé en *xyloïdine* ou *pyroxam*; s'il est très-étendu, la transformation en dextrine et glycose a lieu; mais s'il est moyennement étendu, il se forme de l'acide oxalique, à moins qu'on ne fasse bouillir longtemps; car, dans ce cas, toute la matière organique serait transformée

en eau et en acide carbonique; enfin les acides azotique et sulfurique non étendus d'eau, mais hydratés, dissolvent l'amidon; il est précipité de sa dissolution par l'alcool; il est devenu soluble dans l'eau, tout en conservant ses propriétés de bleuir par l'iode (Béchamp).

Il existe des variétés du principe amylacé que l'on pourrait à la rigueur considérer comme intermédiaires entre la fécule et la dextrine; telle est l'*inuline*, que l'on trouve dans les topinambours, les tubercules des dahlias, les racines de chicorée, d'aunée (*inula helenium*), etc.; sa composition est $= C^{12}H^{10}O^{10} + 3Aq.$; à $+ 10°$ secs, elle perd 2 équivalents d'eau; elle est soluble dans l'eau; infermentescible, transformable en glycose par les acides étendus, elle jaunit par l'iode et dérive à gauche le plan de polarisation. L'*inuline* ne forme pas empois avec l'eau.

La LICHÉNINE existe dans plusieurs espèces de mousses et de lichens, elle bleuit par l'iode, se transforme par l'eau en une espèce de gomme, se dissout dans l'eau bouillante et se prend en gelée par le refroidissement.

Les GOMMES sont abondantes dans les végétaux, elles sont formées de principes immédiats qui se distinguent en ce que, traités par l'acide azotique, ils donnent de l'*acide mucique;* ils ne bleuissent pas par l'iode et ils ne sont pas susceptibles de fermenter.

L'ARABINE $= C^{12}H^{11}O^{11}$ constitue la gomme arabique, elle est soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool, l'éther et les huiles, sa solution aqueuse peut être mucilagineuse, elle est *lévogyre* (qui dévie à gauche le plan de polarisation), mais elle devient *dextrogyre* par l'action de l'acide sulfurique; desséchée à 120°, elle perd un équivalent d'eau et présente alors la même composition que l'amidon; à 150° elle devient insoluble et ressemble à la *bassorine*. Bouillie longtemps avec l'acide sulfurique, elle se transforme en glycose ($C^{12}H^{14}O^{14}$). La solution de gomme arabique est précipitée par l'alcool, l'acétate de plomb et par le perchlorure de fer neutre.

La CÉRASINE, que l'on trouve dans la gomme du pays, se gonfle dans l'eau sans se dissoudre, ou très-faiblement; la partie dissoute ne précipite pas par le perchlorure de fer; par une ébullition prolongée, elle est transformée en arabine. La gomme du pays est fournie par le cerisier, le pêcher, le prunier et tous les arbres à noyau.

La BASSORINE existe dans la gomme adragante; elle se gonfle dans

l'eau sans s'y dissoudre; elle est transformée en arabine par une longue ébullition dans l'eau; et à 150° en bassorine, souvent la gomme adragante bleuit par l'iode; ce n'est donc pas un principe immédiat.

On peut rapprocher des gommes certains principes mucilagineux qui existent dans les *mauves* et les *guimauves*, dans les graines du *lin*, dans celles du *coing*, de *psyllium* (*plantago psyllium*), etc. Comme les gommes, ces mucilages forment de l'acide mucique lorsqu'on les traite par l'acide azotique; secs, ils sont opaques et sont précipités de leur dissolution par l'alcool acidulé d'un peu d'acide chlorhydrique.

Des Sucres. — On désigne sous le nom de *sucre* des principes immédiats que l'on trouve dans la séve des végétaux ou qui sont le produit de transformations physiologiques ou chimiques; ils sont solubles dans l'eau, possèdent une saveur douce et *sucrée*; et, sous l'influence de certains ferments, ils peuvent éprouver diverses fermentations, et plus spécialement la fermentation alcoolique au contact de la levûre de bière, de l'eau, et à une température de 35 à 40°.

Glycose. $C^{12}H^{12}O^{12} + 2Aq$. — On désigne sous ce nom plusieurs substances sucrées, semblables par leur composition chimique, mais souvent différentes par leur constitution moléculaire, car elles n'agissent pas également sur la lumière polarisée. Chimiquement on peut considérer comme étant un seul et même corps, la matière sucrée cristallisable que l'on retire du raisin, du miel, de l'urine des diabétiques, et celle qui provient de la transformation du ligneux, de l'amidon, de la dextrine, et du sucre ordinaire sous l'influence des acides.

La glycose se ramollit à 60°; elle fond et se déshydrate à 100°, noircit au delà de 150° et forme le caramel $= C^{12}H^{9}O^{9}$; elle se décompose et donne des produits pyrogénés entre 200° et 220°.

La glycose se dissout dans une partie et demie d'eau; elle est par conséquent une fois et demie moins soluble que le sucre ordinaire; la solution est fortement *dextrogyre;* mais en quelques heures elle perd la moitié de son pouvoir rotatoire.

Le tissu fibreux des végétaux morts se transforme en acides noirs du terreau que l'on a nommés *Hulmine, Humine, Ulmine, Géine, Sacchulmine, Acides hulmique, humique, ulmique, géique, sacchulmique*, etc. Les alcalis transforment la glycose en ces mêmes acides.

L'acide azotique concentré transforme la glycose en *xyloïdine* : l'acide étendu d'oxyde forme de l'acide oxalique (C^2HO^4) dont la formation est précédée de celle des acides *saccharique* ou *oxysaccharique*.

La glycose, traitée par l'acide sulfurique en diverses circonstances, se transforme en acides sulfo-glycique et *glycique*; celui-ci se transforme à son tour en acide apo-glycique (Péligot).

Acide saccharique............	=	$C^6H^5O^8$
— sulfoglycique...........	=	$C^{24}H^{20}O^{20}SO^3$
— glycique...............	=	$C^{12}H^8O^9 3HO$
— apoglycique............	=	$C^{18}H^{11}O^{10}$

La transformation de la glycose en acide glycique peut se faire également sous l'influence des bases.

Pendant l'évaporation de l'urine des diabétiques, il se dépose des cristaux formés de glycose et de sel marin que M. Calloud a étudiés ; ils sont représentés par la formule ($C^{24}H^{24}O^{24}$,ClNa, leur solution est *dextrogyre*.

Les solutions de glycose sont colorées en noir par les alcalis; elles réduisent le tartrate cupro-potassique et les diverses solutions connues sous les noms de réactifs de Frommsherz, de Barreswill, de Fehling, etc.; on s'est servi de cette propriété pour doser les solutions de glycose (Barreswill).

Nous aurons l'occasion de parler plus loin des fermentations diverses que la glycose peut éprouver; disons seulement ici qu'elle est la seule parmi les sucres qui fermente directement, c'est-à-dire que tous les sucres avant de fermenter se transforment en glycose (Dubrunfaut).

Sucre de fruits. — Lorsque après avoir saturé par de la craie les sucs sucrés et acides des divers fruits, tels que le raisin par exemple, on filtre et on fait concentrer en consistance de sirop, et qu'on clarifie au blanc d'œuf, on obtient un résidu d'aspect gommeux très-déliquescent, insoluble dans l'alcool absolu, soluble dans l'alcool à 80° C.; cette matière desséchée à 100° est représentée par $C^{12}H^{12}O^{12}$; mais ce sucre est *lévogyre*, tandis que la glycose est *dextrogyre*.

Le sucre de fruits se transforme lentement en glycose; c'est ce que l'on voit dans les vieilles confitures, sur les pruneaux secs; ce même sucre de fruits se trouve dans la séve ascendante du bouleau (Biot), dans la séve descendante de l'érable, dans le miel, les

mélasses; toutes choses égales d'ailleurs, il fermente plus vite que la glycose.

Le Sucre de lait ou Lactine ou Lactose $C^{12}H^{12}O^{12}$ et l'*Inosite* $= C^{12}H^{12}O^{12} + 4Aq$, extraits l'un du lait, et l'autre de la chair musculaire, appartenant au règne animal, nous ne faisons que les signaler comme faisant partie du même groupe chimique que la glycose de fécule.

La Sorbine, découverte par M. Pelouze dans les baies du sorbier, cristallise en octaèdres rectangulaires appartenant au système du prisme rectangulaire droit; les cristaux sont durs, croquent sous la dent et ont une saveur légèrement sucrée; leur solution réduit à chaud le réactif de Frommsherz et ses analogues, elle ne dévie pas le plan de polarisation de la lumière polarisée.

Eucalyne. — Elle a été trouvée par M. Berthelot dans la manne d'Australie ou *mélitose* qui a subi la fermentation alcoolique; elle dérive donc du mélitose. A 100° elle est représentée par $C^{12}H^{12}O^{12}$; sa solution est *dextrogyre;* elle n'est pas fermentescible, mais elle le devient par l'ébullition avec l'acide sulfurique; elle réduit le tartrate cupro-potassique.

Sucre de canne $= C^{12}H^{11}O^{11}$. — Ce sucre est extrait de la canne à sucre, de la betterave, et de tous les fruits sucrés et non acides; quelle que soit sa provenance, lorsqu'il est pur, le sucre cristallise en prismes rhomboïdaux, obliques, hémiédriques; sa densité est 1,60; il est incolore, inodore, transparent; le sucre en pains est formé de petits cristaux agglomérés; frotté à l'obscurité, il devient phosphorescent; une partie d'eau dissout trois parties de sucre; il ne se dissout pas dans l'alcool absolu froid; mais il se dissout dans 4 parties d'alcool à 83°; il dévie à droite le plan de polarisation de la lumière polarisée; son pouvoir dextrogyre ne diminue pas sensiblement avec la température.

Chauffé à 220°, le sucre perd deux équivalents d'eau et se transforme en *caramel* non fermentescible; à 160°, il fond en un liquide visqueux qui, refroidi, constitue le *sucre d'orge vitreux*, mais qui devient opaque avec le temps, sans changer de composition. On évite ou on retarde ce changement moléculaire en mettant un peu de vinaigre dans le sucre. Maintenu longtemps à 160°, le sucre devient incristallisable et lévogyre; dissous dans l'eau, il éprouve un changement analogue lorsqu'on le soumet à l'ébullition, les *mé-*

lasses ou sucre incristallisable ne sont que le résultat de ces transformations ; car les expériences de M. Péligot ont prouvé que tout le sucre de canne existait dans les plantes à l'état cristallisable.

Les acides *intervertissent* le sucre, c'est-à-dire qu'ils le rendent lévogyre ; il porte alors le nom de *sucre interverti*, qui, d'après M. Dubrunfaut, est un mélange à équivalents égaux de glycose, de raisin dextrogyre, et de glycose de fruits lévogyre.

Avec les bases, le sucre forme des sucrates neutres ou basiques. Le sucre de canne n'entre en fermentation qu'après être passé à l'état de *sucre interverti*.

Parmi les substances isomères du sucre, et ayant par conséquent pour formule $C^{12}H^{11}O^{11}$, il en est qui sont difficilement fermentescibles au contact de la levûre de bière, inaltérables par les alcalis et par les réactifs de Frommsherz, et qui, sous l'influence des acides étendus, se transforment en sucres fermentescibles appartenant au groupe des glycoses.

Nous signalerons parmi ces substances le *mélitose* ou *manne d'Australie*, qui est une exsudation sucrée, produite par diverses espèces d'*eucalyptus* du Van-Diémen ; le *mélézitose*, extrait de la manne de Briançon, qui est une exsudation du mélèze (*pinus larix* L.) ; le *tréhalose*, extrait du *trehala*, espèce de manne employée en Orient dans l'alimentation, et qui exsude d'une plante du genre échinops (tribu des cynarées), à la suite de la piqûre d'un insecte de la famille des curculionides (*larinus nidificans*) ; enfin le *mycose*, extrait par M. Mitscherlich de l'ergot de seigle, et qui, d'après M. Berthelot, serait identique au tréhalose, seulement son pouvoir rotatoire est plus considérable. Tous ces sucres sont *dextrogyres*.

Il existe souvent dans les végétaux des principes immédiats qui se rapprochent des sucres par quelques-unes de leurs propriétés, mais qui s'en distinguent en ce qu'ils renferment un excès d'hydrogène sur les proportions de l'eau ; la mannite est le type de ce groupe.

La Mannite $C^6H^7O^6$ est extraite de la manne ; elle se forme dans la fermentation lactique et visqueuse ; on l'a trouvée dans les asperges, les oignons, le céleri, les champignons et certains fucus. Elle cristallise en prismes rhomboïdaux droits ; elle est légèrement sucrée, et sa solution est dépourvue de pouvoir rotatoire ; elle est soluble dans l'eau ; elle fond vers 160° et cristallise par le refroidissement ;

à 200° elle perd un équivalent d'eau, et se transforme en *mannitane* ($C^6 H^6 O^5$).

Traitée par l'acide azotique, la mannite forme la mannite dinitrique et trinitrique; elle n'est pas saccharifiable par les acides; elle est sans action sur l'acétate de plomb et le réactif de Frommsherz; elle ne fermente pas au contact de la levûre de bière; mais, abandonnée pendant quelque temps à la température de 40° avec de l'eau, de la craie, du fromage blanc ou du tissu pancréatique, elle fournit de l'alcool avec dégagement d'acide carbonique et d'hydrogène. Le tissu testiculaire de l'homme, du coq, du chien, du cheval, transforme la mannite dissoute dans l'eau en glycose lévogyre.

Nous signalerons encore comme isomères de la mannite, la *dulcine* ou *dulcose* $C^6 H^7 O^6$ qui nous est venue de Madagascar sans aucun renseignement sur son origine; elle est sous forme de rognons de la grosseur du poing, et au dessous. La PHYCITE, qui a été extraite par M. Lamy d'une espèce d'algue, le *protococcus vulgaris*; l'*érythrite*, qui existe aussi toute formée sur certaines algues, et est représentée par $C^8 H^{10} O^8$, rentrent dans le groupe de la mannite; tandis que dans le groupe de la *mannitane* ou mannite déshydratée, nous signalerons la PINITE $C^6 H^6 O^5$, extraite des concrétions du *pinus lambertiana*; la *quercite*, que l'on a retirée des glands du chêne, et la *phaséomannite* $= C^{24} H^{24} O^{20}$, qui existe dans le suc des haricots (*phaseolus vulgaris*).

On voit, d'après tout ce que nous venons de dire, et pour nous résumer, que le principe sucré du règne végétal est représenté par trois types : 1° la glycose, 2° le sucre, 3° la mannite; dans les deux premiers, l'hydrogène et l'oxygène se trouvent dans les rapports de l'eau; dans le troisieme, l'hydrogène est en excès sur l'oxygène, et toutes les espèces qui s'y rapportent ne lui sont pas isomères.

Avant d'exposer l'histoire des fermentations à laquelle nous serions conduit par celle que nous venons de faire des sucres, nous exposerons brièvement ce que l'on sait sur les principes gélatineux des végétaux qui jouent un si grand rôle dans la maturation des fruits.

PRINCIPES GÉLATINEUX DES FRUITS. — Le principe *protéique*, que l'on trouve partout où un organe doit se former, s'y trouve réuni à un autre qu'on appelle principe *pectique;* l'un et l'autre peuvent être considérés comme étant la substance dont la nature fait les tissus végétaux; plus tard, ceux-ci s'incrustent de matières organiques; ils

durcissent et se transforment en *ligneux* sur la nature duquel nous avons insisté.

Les transformations que les principes pectiques éprouvent sous les plus légères influences, démontrent que toutes les substances pectiques ont une même origine; mais comme elles possèdent des propriétés distinctes, il a fallu les différencier par des noms, quoiqu'il soit souvent difficile de les distinguer les unes des autres; quelques-unes sont le résultat de phénomènes qui s'accomplissent dans l'organisation; d'autres sont les produits du laboratoire du chimiste. Voici quelles sont ces substances, qui constituent ce que l'on a appelé la *série pectique*.

Pectose...............	Probablement comme la cellulose.
Pectine................	$C^{64}H^{48}O^{64}$
Parapectine....	$C^{64}H^{48}O^{64}$
Métapectine............	$C^{64}H^{48}O^{64}$
Acide pectosique........	$C^{32}H^{23}O^{31}$ ou $C^{32}H^{21}O^{29},2HO$
Acide pectique..........	$C^{32}H^{22}O^{30}$ ou $C^{32}H^{20}O^{28},2HO$
Acide parapectique......	$C^{24}H^{17}O^{23}$ ou $C^{24}H^{15}O^{21},2HO$
Acide métapectique......	$C^{8}H^{7}O^{9}$ ou $C^{8}H^{5}O^{7},2HO$

La pulpe d'un fruit vert, exprimée et lavée avec soin jusqu'à ce qu'elle ne cède plus rien à l'eau, même à l'ébullition, bouillie avec de l'eau additionnée d'une faible quantité d'acide, donnera de la *pectine*, et il restera pour résidu, du ligneux; d'où il résulte que la pulpe des fruits verts, insoluble dans l'eau bouillante, est formée d'un résidu composé de ligneux et d'un principe générateur de la pectine que l'on nomme *pectose;* mais comme la pectine existe toute formée dans les fruits, il faut en conclure qu'elle résulte de l'action des acides sur la pulpe, ou mieux sur la pectose (Frémy).

Lorsqu'elle est pure, la pectine est blanche, soluble dans l'eau, incristallisable; l'alcool la précipite de ses dissolutions; elle est neutre, non précipitable par l'acétate neutre de plomb, mais elle l'est par l'acétate tribasique; bouillie dans l'eau, elle devient précipitable par l'acétate neutre; elle est alors transformée en une substance isomère, la *parapectine;* de neutre qu'elle était, elle acquiert la propriété de rougir le tournesol sous l'influence simultanée des acides et de la chaleur, et de précipiter le chlorure de baryum; elle est alors transformée en un autre isomère, la *métapectine*, et au contact de la *pectase* ou ferment *pectosique*, la *pectine* est transformée en acide *pectosique*.

Nous avons déjà dit que la *diastase* ou ferment glycosique transformait l'amidon en dextrine et en glycose; de même la *pectase* transforme la pectine en acide *pectosique;* la même transformation s'opère sur la *pectose,* mais alors seulement sous l'influence simultanée de la *pectase* et des acides; il est même probable que ces actions sont successives, c'est-à-dire que les acides transforment la *pectose* en *pectine,* et la *pectase* change la *pectine* en acide *pectosique.* Il y a peu de temps encore on rangeait ces phénomènes parmi les fermentations, mais il y a lieu aujourd'hui de les en séparer, depuis que l'on sait que celles-ci s'opèrent sous l'influence d'êtres organisés vivants.

La réaction de la *pectase* sur la *pectine* n'est pas la seule origine de l'acide *pectosique;* cet acide se produit aussi par l'action des alcalis étendus et froids sur la *pectine;* il se forme des *pectosates* dont on sépare l'acide *pectosique* à l'aide d'un acide sous la forme d'une masse gélatineuse.

L'Acide pectique diffère de l'acide *pectosique* en ce qu'il contient un équivalent d'eau de moins, et par sa presque-insolubilité dans l'eau bouillante; soumis à l'action prolongée de l'eau bouillante, il devient soluble et passe à l'état d'acide *parapectique;* les pectates eux-mêmes subissent la même transformation et deviennent des *parapectates;* enfin, toutes les matières *pectiques* peuvent se transformer en acide *métapectique,* dernier terme de la série; cette transformation s'opère sous diverses influences, telles que celles de l'eau et du temps, celles des acides et des alcalis; l'acide métapectique est incristallisable, il forme des métapectates tous solubles.

La Pectine est extraite de la pulpe de poires très-mûres; l'acide *pectique* est obtenu en faisant bouillir la pulpe de carotte ou de navet avec une faible solution de carbonate de soude, et l'acide *métapectique* peut être préparé en soumettant à l'action de la chaux la pulpe de certains fruits ou racines, la pulpe de betterave, par exemple.

Tous les acides de la série pectique sont diatomiques, c'est-à-dire qu'ils renferment deux équivalents d'eau de constitution, et qu'ils sont susceptibles de saturer deux équivalents de base.

On pourrait confondre au premier abord l'acide pectique avec la gomme et le sucre de lait; car, par l'acide azotique, elle donne de l'acide mucique. Les acides parapectique et métapectique réduisent le tartrate cupro-potassique ou réactif de Frommsherz, ce qui pour-

rait les faire confondre avec le sucre; mais ils n'exercent aucune action sur la lumière polarisée, et ils ne fermentent pas.

C'est à M. le professeur Frémy que l'on doit les travaux remarquables que nous venons d'exposer; le grand attrait que présentent ces recherches est singulièrement augmenté par la possibilité d'expliquer, d'une manière précise, certains phénomènes qui accompagnent la maturation des fruits et la formation des gelées.

Dans un fruit vert on ne trouve que de la *pectose* et des acides; en mûrissant, les cellules se distendent, le fruit devient moins dur, il ne contient alors que de la *pectine*.

Le suc de certains fruits (groseilles, cerises, fraises, mûres, etc.) se transforme spontanément en gelée; il ne contient plus alors de pectine, mais bien des acides *pectosique* et *pectique;* ce changement est dû à l'action de la *pectase* sur la *pectine;* aussi, un suc que l'on porte brusquement à l'ébullition n'éprouve plus ce changement, parce qu'alors la *pectase,* sorte d'albuminoïde, a été coagulée et rendue impuissante; mais si la transformation en *acide pectique* a eu lieu, si on fait bouillir pendant longtemps, la gelée ne se fera pas, par suite de la transformation des acides *pectosique* et *pectique* en acides *para* et *métapectique;* c'est ce qui explique à nos ménagères pourquoi les gelées de fruit ne prennent pas lorsqu'on y met trop d'eau et qu'on est alors obligé de les faire bouillir trop longtemps.

Enfin un fruit vert, dont la saveur serait acerbe et désagréable, devient mangeable lorsqu'on le fait cuire; c'est que, par la coction, les acides ont réagi sur la *pectose* insipide pour la transformer en *pectine,* qui a une saveur douce qui masque l'âpreté de l'acide.

DES FERMENTATIONS. — Les fermentations ont été rangées pendant longtemps au nombre des phénomènes mystérieux; M. Liébig les avait classées parmi les *phénomènes de mouvement communiqué;* on admettait que pour qu'elles pussent avoir lieu, il fallait une réunion de conditions telles, que la présence simultanée de l'eau, de l'air, d'un ferment, d'une matière fermentescible, et d'une température convenable; on avait étudié avec soin les causes qui pouvaient hâter ou retarder la réaction, et on savait très-bien, par exemple, que le jus d'un fruit, le moût de raisin, par exemple, pouvait être conservé indéfiniment à l'abri du contact de l'air, mais que la moindre bulle de ce gaz ou d'oxygène déterminait pour ainsi dire à l'instant même le mouvement fermentescible, et qu'il ne cessait qu'après destruction

complète du sucre ou du ferment, à moins qu'une cause extérieure ne vînt entraver ou arrêter la marche de l'opération.

On savait encore que le moût après la fermentation devenait trouble, que ce trouble augmentait à mesure que le dégagement gazeux devenait plus considérable, et qu'il se déposait une matière quaternaire azotée. On avait observé que la nature des produits résultant de la fermentation variaient avec les ferments, la température, etc.; aussi les fermentations étaient-elles dénommées par les produits obtenus; aussi appelait-on celles que le sucre pouvait subir sous diverses influences, *fermentations alcoolique, butyrique, lactique, visqueuse* et *acétique*, et avait-on rangé, à côté des fermentations que le sucre pouvait éprouver, toutes les transformations, tous les dédoublements qui paraissaient s'exercer sous des influences semblables ou analogues, et être enrayées ou arrêtées par les mêmes causes. On comptait donc les fermentations suivantes :

Fermentation ammoniacale ou putride (action du *mucus* de la vessie sur l'*urée* et formation de *bicarbonate d'ammoniaque*).

Fermentation glycosique (action de la *diastase* sur l'*amidon*, et formation de *glycose*).

Fermentation sinapisique (action de la *myrosine* sur l'acide *myronique*, et formation d'*essence de moutarde*).

Fermentation benzoïque (action de la *synaptase* sur l'*amygdaline*, et formation d'*essence d'amandes amères* ou *hydrure de benzoïle*, d'*acide cyanhydrique*, etc.).

Fermentation pectique (action de la *pectase* sur la *pectine*, et formation d'*acide pectosique*).

Fermentation gallique (action d'un ferment, *pectase?* sur le *tannin*, et formation d'*acide gallique*).

Fermentation grasse ou rancique (action d'un ferment sur les corps gras et formation d'*acides gras*).

On avait même tenté d'instituer une fermentation *digestive* dans laquelle la *pepsine* réagissait sur les albuminoïdes pour former l'*albuminose* ou *peptone*; mais il est évident que dans cette voie on serait allé trop loin.

Relativement au ferment on avait établi les trois cas suivants :

1° Le ferment n'existait pas, il se formait au contact de l'air, et il se déposait un ferment azoté (jus des fruits, moût de raisin).

2° Le ferment existait, il disparaissait en détruisant le sucre, de

sorte que si on avait pu les mettre en présence, en proportions convenables, il ne serait plus resté dans le liquide ni sucre ni ferment (levûre de bière et sucre).

3° Le ferment était formé, il dédoublait le sucre; mais lui, loin de se détruire, ne faisait qu'augmenter, et pouvait aller jusqu'à décupler. (Exemple : fabrication de la bière, dans laquelle il y a à la fois du ferment, du sucre et une albuminoïde.)

Dans ces trois cas, la théorie était parfaitement d'accord avec l'observation.

C'était donc à un principe protéique existant dans le moût, mais qui pour devenir actif avait besoin du contact de l'air, que l'on faisait jouer le rôle de ferment, et on expliquait parfaitement tous les phénomènes qui accompagnaient ou suivaient la fermentation vineuse ou alcoolique; si le principe protéique manquait, le sucre prédominait après la fermentation; le sucre faisait-il défaut, le vin obtenu était peu alcoolique et très-âpre : les vins des environs de Paris (Suresnes, Argenteuil, Meudon) en sont des exemples. Lorsque, au contraire, le moût était tout à la fois riche en principe protéique et en sucre, une grande proportion de ce dernier corps était dédoublée et donnait naissance à beaucoup d'alcool; celui-ci à son tour, réagissant sur le ferment protéique, le tuait, le coagulait, le rendait impuissant, la fermentation était arrêtée, et les vins obtenus étaient à la fois riches en alcool et en sucre, comme le sont ceux du Roussillon; mais si plus tard on venait à mélanger ces vins alcooliques et sucrés avec des vins peu alcooliques et renfermant encore du ferment, comme les vins des environs de Paris, la fermentation recommençait et n'avait pour limite que la destruction complète du sucre ou du ferment ou l'annihilation de celui-ci par l'excès d'alcool formé.

Le dédoublement des sucres sous l'influence du ferment en alcool et acide carbonique était un fait admis sans conteste; on avait même basé la réaction sur l'équation suivante :

$$\begin{array}{lll} \text{4 équivalents d'acide carbonique} = CO^2 \times 4 & = C^4 & O^8 \\ \text{2 équivalents d'alcool} = C^4H^6O^2 \times 2 \ldots\ldots\ldots & = C^8 & H^{12}O^4 \\ \hline & & C^{12}H^{12}O^{12} \end{array}$$

ou un équivalent de sucre de raisin anhydre.

Mais, en se basant sur cette équation, les distillateurs avaient

depuis longtemps remarqué qu'ils n'obtenaient jamais l'alcool indiqué par la théorie, et c'est en cherchant à se rendre compte de ce déficit que M. Pasteur a constaté qu'il se formait, en même temps que de l'alcool et de l'acide carbonique, de la *glycérine* et de l'acide *succinique*.

De tous ces faits, on avait tiré les conséquences suivantes :

Le principe protéique des jus de fruits, au contact d'un peu d'oxygène, se modifie, devient insoluble et passe à l'état de ferment.

Le ferment dédouble le sucre en acide carbonique et en alcool; en même temps il change de nature.

L'action du ferment sur le sucre n'est qu'une simple action de contact, favorisée par l'eau et par une température élevée.

Telle est la manière dont M. Malaguti résume la question de la fermentation alcoolique; mais antérieurement aux recherches de M. Pasteur, que nous allons exposer, plusieurs chimistes, parmi lesquels nous citerons MM. Cagniard-Latour, Desmazières, Turpin, Quévenne, etc., avaient fait jouer un rôle plus actif aux corpuscules organisés.

On avait donc cru que le ferment était un être organisé qui se formait aux dépens de la matière albuminoïde, et bien entendu par l'intervention d'un germe; car nous n'entendons nullement trancher la question de la génération spontanée; mais l'intervention de l'oxygène aurait été indispensable pour commencer cette reproduction : une fois un globule formé, les autres seraient venus de celui-ci par bourgeonnement.

La levûre inerte, comparée à la levûre active, a donné les résultats suivants :

	COMPOSITION DU FERMENT	
	avant son action sur le sucre.	après son action sur le sucre.
Carbone	47.71	48.31
Hydrogène	6.70	7.33
Azote	10.15	5.07
Oxygène	35.44	39.29
Soufre et phosphore	Traces.	Traces.
	100.00	100.00

Mais si, sous l'influence de la levûre de bière, le sucre se transforme en alcool et en acide carbonique, dans d'autres circonstances il peut éprouver d'autres transformations; si en effet, dans une dis-

solution de glycose, on délaye du gluten ou du fromage, et qu'on ajoute de la craie dans le but de saturer les acides au fur et à mesure de leur formation, car sans cela ils altéreraient la nature du ferment, on voit bientôt la masse devenir visqueuse tout en restant neutre; plus tard elle devient acide sans dégagement ni absorption de gaz; on y trouve alors de l'*acide acétique* ($C^4H^4O^4$) et de l'*acide lactique* ($C^{12}H^{10}O^{10}, 2HO$); plus tard il se dégage de l'acide carbonique et de l'hydrogène, et il se forme de l'*acide butyrique* ($C^8H^8O^4$).

Une solution de diastase, exposée à l'air pendant deux ou trois jours, transforme la glycose en *acide lactique* à une température de 25° à 30°; l'amidon en empois au contact de la chair musculaire ou de la fibrine, à une température de 30°, est transformé en *acide butyrique*, et le gluten ou la levûre de bière bouillis dans l'eau, si on y ajoute du sucre, produiront, au lieu d'alcool et d'acide carbonique, un liquide visqueux contenant de la *mannite* (Favre). C'est cette *fermentation visqueuse* que les potions sucrées éprouvent pendant l'été, et que l'on constate dans les vins blancs de qualité inférieure renfermant un ferment protéique peu actif, la *glaïadine*.

Il résulte des recherches nombreuses et intéressantes de M. Pasteur, que l'élément actif des fermentations réside dans des germes apportés par l'air. Ce savant chimiste a basé son opinion sur les faits suivants, desquels il résulte que la fermentation ne serait pas un acte corrélatif de la mort du ferment, mais de son organisation et de sa vie; elle ne serait pas par conséquent un simple phénomène catalytique ou de contact, ou de mouvement communiqué.

Si l'on prend, dit M. Pasteur, deux quantités égales de levûre fraîche; si l'on dessèche l'une dans une capsule pesée à 100°, ce poids sera toujours inférieur à celui de l'autre portion également desséchée à 100° et recueillie seulement après qu'on l'aura épuisée en présence d'un excès de sucre, en tenant compte, bien entendu, des matériaux solubles que la levûre a cédés à la liqueur.

Il résulte de ce fait, pour M. Pasteur, que du sucre ou ses éléments se sont associés à la substance de la levûre pour former des globules qui, après leur formation, se sont épuisés en dédoublant le sucre: les globules de la levûre doivent être considérés comme autant de récipients où se trouve la matière qui, grâce au sucre, deviendra ferment; d'ailleurs il ne se forme pas d'ammoniaque pendant la fer-

mentation, et si on trouve moins d'azote, cela tient à l'augmentation du poids de substance par l'addition des éléments du sucre.

M. Liébig admettait que l'azote de la levûre se transforme en ammoniaque, par suite de l'altération, de la destruction des globules; or lorsqu'on met un sel ammoniacal (tartrate, phosphate, etc.), de la cendre de levûre ou un mélange correspondant, dans une solution de sucre pur, où l'on sèmera une quantité presque impondérable de levûre de bière, il y aura reproduction des globules en présence des éléments des substances mises en présence, et l'ammoniaque disparaîtra, ce qui est contraire à la théorie de M. Liébig; mais les globules ne se multiplient pas, si l'on supprime, soit les cendres, soit le sel ammoniacal, soit les deux éléments à la fois, et il ne se manifeste aucune fermentation.

Dans l'eau sucrée, additionnée d'un sel ammoniacal, de phosphate et de carbonate de chaux précipité, le liquide se trouble après vingt-quatre heures, le dégagement de gaz a lieu, l'ammoniaque disparaît, les phosphates et le sel calcaire se dissolvent, du lactate de chaux prend naissance, se dépose, et corrélativement il se forme de la *levûre lactique*, dont l'élément est dû aux germes de l'air; car si on fait arriver de l'air chauffé au rouge, ce ferment ne se produit pas. M. Pasteur est parvenu à isoler le ferment butyrique qui se formerait dans des circonstances analogues aux ferments alcoolique et lactique, et, chose singulière, les animalcules infusoires, qui jouiraient de la propriété d'être des ferments, auraient la faculté de vivre sans oxygène libre; bien plus, ce gaz libre les tuerait.

M. Pasteur serait disposé à penser que la *glycérine* et l'*acide succinique*, qui prennent naissance dans la fermentation alcoolique, auraient pour origine des ferments différents, et il en serait de même des acides butyrique, lactique, acétique et de la mannite, qui se produisent pendant la fermentation du jus de raisin; chacun de ces acides aurait son ferment particulier, et ils pourraient agir simultanément ou successivement.

Lorsque dans du sucre on ajoute une quantité de levûre de bière cinquante ou cent fois plus considérable que celle qui est nécessaire, on obtient une quantité d'acide carbonique plus grande que celle qui est indiquée par la théorie; cela est dû à la cellulose de la levûre qui se change en sucre et qui fermente à son tour, et aussi à de la cellulose qui se forme, conjointement avec de la graisse, aux dé-

pens du sucre lui-même. Ces faits ont suggéré à M. Pasteur les réflexions suivantes, trop importantes et rentrant trop dans notre sujet pour que nous ne les rapportions pas en entier.

« Dès que la levûre normale adulte est mise en présence du « sucre, sa vie recommence et donne des bourgeons ; s'il y a assez « de sucre dans la liqueur, les bourgeons se développent, assimilent « du sucre et la matière albuminoïde soluble des globules mères. « Voilà pour les fermentations lentes ordinaires.

« Le sucre est-il insuffisant et manque-t-il au développement complet des bourgeons à leur *globulisation?*

« Dans ces cas, les globules adultes sont en quelque sorte des « globules mères, ayant tous de très-jeunes petits. La nourriture « extérieure venant à manquer, les jeunes bourgeons vivent alors « aux dépens des globules mères.

« D'où la conséquence que la fonction physiologique des globules « de levûre, en véritables cellules vivantes, est de donner de l'acide « carbonique, de l'alcool, de l'acide succinique et de la glycérine « au fur et à mesure qu'ils se reproduisent eux-mêmes et que s'ac- « complissent les diverses phases de leur existence. »

On voit, d'après ce qui précède, que les fermentations du sucre étaient considérées jusqu'à ce jour comme de véritables réactions chimiques, tandis que les beaux travaux de M. Pasteur les ramènent à des phénomènes de la vie végétative ; c'est ce qui expliquera l'insistance que nous avons mise à les exposer ; ce sont de véritables faits physiologiques, et ils ne pouvaient nulle part être mieux placés qu'ici.

D'ailleurs les fermentations du sucre se rattachent à des faits qui se passent tous les jours sous nos yeux, et il nous suffira d'ajouter que la fabrication du pain, ce que l'on appelait autrefois la *fermentation panaire,* n'est autre chose qu'une fermentation alcoolique, soumise aux mêmes principes et aux mêmes lois.

Ceci nous conduit d'ailleurs à dire quelques mots des alcools et de leurs dérivés.

Des alcools homologues et isologues de l'alcool de vin. — Gerhardt a défini les *homologues :* « Les substances carbonées remplis- « sant les mêmes fonctions chimiques, suivant les mêmes lois de « métamorphose et renfermant dans leur molécule *n* fois CH plus « ou moins la même quantité des mêmes éléments hydrogène,

« oxygène, chlore, azote, etc. En se métamorphosant sous l'influence « du même agent, les corps homologues donnent de nouvelles subs- « tances homologues entre elles. »

Les corps *isologues* sont définis de même ; à cela près que les quantités positives ou négatives des éléments en dehors de *n* CH ne sont pas les mêmes que celles du composé auquel on les compare ; ainsi :

L'alcool méthylique = $C^2H^4O^2$ est un *homologue* de l'alcool normal ou de vin $C^4H^6O^2$, et l'alcool benzoïque = $C^{14}H^8O^2$ est un *isologue*.

Tout corps qui, traité semblablement à l'alcool, donnera naissance à une série de produits homologues ou isologues, c'est-à-dire de l'aldéhyde, de l'acide acétique, de l'acide vinique, de l'éther sulfurique, de l'hydrogène bicarboné, des éthers haloïdes et des éthers composés, sera un alcool lui-même (Malaguti).

De sorte que l'alcool de vin donnant naissance par dérivation ou autrement à la série suivante, tous les alcools donneront une série semblable.

C^4H^4	Éthylène ou hydrogène bicarboné.
C^4H^4HO ou C^4H^8O	Éther dit sulfurique.
$C^4H^4,2HO$ ou C^4H^5O,HO	Alcool normal.
$C^4H^4O^2$	Aldéhyde.
$C^4H^4O^4$ ou $C^4H^3O^3HO$	Acide acétique.
C^3H^3O ou $C^6H^6O^2$	Acétone.
C^2H^4	Hydrogène protocarboné.
C^4H^4HCl ou C^4H^5Cl	Éther chlorhydrique.
$C^4H^4HO,C^4H^3O^3$ ou $C^4H^8O,C^4H^3O^3$	Éther acétique.
C^4H^4HO,SO^3,SO^3HO ou C^4H^8O,SO^3,SO^3HO	Acide sulfovinique.

L'histoire de tous les alcools et de leurs dérivés pouvant être calquée sur celle de l'alcool de vin, nous nous contenterons de donner la composition des alcools connus.

NOMS DES ALCOOLS.	FORMULES allemande.	française.	unitaire.	ORIGINE.
1° Alcool éthylique (esprit de vin).................	C^4H^5O,HO	$C^4H^4,2HO$	$\left.\begin{matrix}C^4H^5\\H\end{matrix}\right\}O^2$	Du vin.
2° Id. méthylique (esprit de bois)................	C^2H^3O,HO	$C^2H^2,2HO$	$\left.\begin{matrix}C^2H^3\\H\end{matrix}\right\}O^2$	Des goudrons de bois.
3° Id. propylique..........	C^6H^7O,HO	$C^6H^6,2HO$	$\left.\begin{matrix}C^6H^7\\H\end{matrix}\right\}O^2$	Eaux-de-vie de marc.
4° Id. butylique...........	C^8H^9O,HO	$C^8H^8,2HO$	$\left.\begin{matrix}C^8H^9\\H\end{matrix}\right\}O^2$	Huile brute de pommes de terre au-dessous de 130°.

NOMS DES ALCOOLS.	FORMULES allemande.	française.	unitaire.	ORIGINE.
5° Alcool amylique (huile de pommes de terre)......	$C^{10}H^{11}O,HO$	$C^{10}H^{10},2HO$	$\left.\begin{matrix}C^{10}H^{11}\\H\end{matrix}\right\}O^2$	Huile brute de pommes de terre à 132°.
6° Id. caproïque...........	$C^{12}H^{13}O,HO$	$C^{12}H^{12},2HO$	$\left.\begin{matrix}C^{12}H^{13}\\H\end{matrix}\right\}O^2$	Huiles de marc de raisin.
7° Id caprylique..........	$C^{16}H^{17}O,HO$	$C^{16}H^{16},2HO$	$\left.\begin{matrix}C^{16}H^{17}\\H\end{matrix}\right\}O^2$	De l'huile de ricin distillée avec la potasse.
8° Id. cétique (éthal).......	$C^{32}H^{33}O,HO$	$C^{32}H^{32},2HO$	$\left.\begin{matrix}C^{32}H^{33}\\H\end{matrix}\right\}O^2$	Du blanc de baleine.
9° Id. cérylique...........	$C^{54}H^{55}O,HO$	$C^{54}H^{54},2HO$	$\left.\begin{matrix}C^{54}H^{55}\\H\end{matrix}\right\}O^2$	Des cires.
10° Id. mélissique..........	$C^{60}H^{61}O,HO$	$C^{60}H^{60},2HO$	$\left.\begin{matrix}C^{60}H^{61}\\H\end{matrix}\right\}O^2$	

Nous pourrions encore ajouter à cette série les alcools *mésitique*, *phénique*, *acrilique*, *allylique*, *benzoïque*, qui ne sont pas admis par tous les chimistes.

Toutes les espèces chimiques qui ont même provenance et même constitution forment une série. Le tableau suivant fera comprendre la série des alcools.

Alcool éthylique	Alcool propylique	Alcool butylique	Alcool amylique
$C^4H^6O^2$	$C^6H^8O^2$	$C^8H^{10}O^2$	$C^{10}H^{12}O^2$
Aldéhyde éthylique	Aldéhyde propylique	Aldéhyde butylique	Aldéhyde amylique
$C^4H^4O^2$	$C^6H^6O^2$	$C^8H^8O^2$	$C^{10}H^{10}O^2$
Acide acétique	Acide propionique	Acide butylique	Acide amyl. ou valériq.
$C^4H^4O^4$	$C^6H^6O^4$	$C^8H^8O^4$	$C^{10}H^{10}O^4$
Éther éthylique	Éther propylique	Éther butylique	Éther amyliq. ou valér.
C^4H^5O	C^6H^7O	C^8H^9O	$C^{10}H^{11}O$
A. sulfo-éthylique	Acide sulfo-propylique	A. sulfo-butylique	A. sulfo-amyl. ou valér.
$C^4H^5O,HO,2SO^3$	$C^6H^7O,HO,2SO^3$	$C^8H^9O,HO,2SO^3$	$C^{10}H^{11}O,HO,2SO^3$
Éthylène	Propylène	Butylène	Amylène
C^4H^4	C^6H^6	C^8H^8	$C^{10}H^{10}$
Etc., etc.	Etc., etc.	Etc., etc.	Etc., etc.

Toutes les fois que dans un alcool deux équivalents d'oxygène remplaceront deux équivalents d'hydrogène, on obtiendra un acide volatil correspondant à cet alcool, et le point d'ébullition de cet acide sera d'autant plus élevé que la molécule sera elle-même plus élevée : ainsi :

		Point d'ebullition.
$C^2H^2O^4 = C^2HO^3HO$	Acide formique..........................	100°
$C^4H^4O^4 = C^4H^3O^3HO$	— acétique..........................	120°
$C^6H^6O^4 = C^6H^5O^3HO$	— propionique......................	140°
$C^8H^8O^4 = C^8H^7O^3HO$	— butylique..........................	160°

$C^{10}H^{10}O^{4} = C^{10}H^{9}O^{3},HO$	Acide vélérianique, valérique ou amylique..		175
$C^{12}H^{12}O^{4} = C^{12}H^{11}O^{3},HO$	— caproïque.		
$C^{14}H^{14}O^{4} = C^{14}H^{13}O^{3},HO$	— œnanthylique.		
$C^{16}H^{16}O^{4} = C^{16}H^{15}O^{3},HO$	— caprylique.		
$C^{18}H^{18}O^{4} = C^{18}H^{17}O^{3},HO$	— pélargonique.		
$C^{20}H^{20}O^{4} = C^{20}H^{19}O^{3},HO$	— caprique ou rhutique.		
$C^{24}H^{24}O^{4} = C^{24}H^{23}O^{3},HO$	— laurique.		
$C^{28}H^{28}O^{4} = C^{28}H^{27}O^{3},HO$	— myristique.		
$C^{32}H^{32}O^{4} = C^{32}H^{31}O^{3},HO$	— palmitique.		
$C^{36}H^{36}O^{4} = C^{36}H^{35}O^{3},HO$	— stéarique.		
$C^{54}H^{54}O^{4} = C^{54}H^{53}O^{3},HO$	— cérotique.		
$C^{60}H^{60}O^{4} = C^{60}H^{59}O^{3},HO$	— mélyssique.		

Nous devons faire remarquer que les alcools correspondant à ces acides ne sont pas tous connus; ajoutons encore que les équivalents de carbone et d'hydrogène sont toujours des multiples de deux ; de sorte que la formule générale de ces acides pourrait être représentée par :

$$C^{n2}H^{n2}O^{4}.$$

Les lacunes que l'on remarque dans la série des acides et des alcools seront très-problablement comblées un jour. Ajoutons enfin que tous ces acides sont monoatomiques ou monobasiques, c'est-à-dire qu'ils n'exigent qu'un équivalent de base pour être saturés, et que tous ou presque tous possèdent un aldéhyde correspondant.

Alcool de vin. — L'alcool normal provient de la distillation des liquides qui ont subi la fermentation alcoolique ; celui qui est retiré du vin est le plus estimé : il porte le nom d'*alcool de Montpellier*. Mais on trouve dans le commerce de l'alcool normal plus ou moins concentré provenant de la distillation du jus de betterave fermenté, de la saccharification des fécules, et de la fermentation de la glycose ; quoique la purification de ces alcools soit portée aujourd'hui à un haut degré de perfection, les alcools du Nord ou de betterave, et les alcools de grains sont toujours souillés par des quantités plus ou moins grandes d'huiles essentielles, dont quelques-unes peuvent être considérées elles-mêmes comme des alcools (huile essentielle de pommes de terre).

On donne le nom d'*eaux-de-vie* aux alcools faibles, marquant de 19 à 24° à l'aréomètre de Cartier, ou de 50 à 60° à l'aréomètre centésimal; ces eaux-de-vie se forment, soit par fractionnement des produits distillés, soit par l'addition des *petites eaux* ou produits tirés des dernières distillations, que l'on conserve plus ou moins

longtemps en tonneaux, avec des alcools forts obtenus vers les premiers temps de la distillation; les *huiles essentielles*, variables avec chaque espèce de vin, donnent la qualité aux eaux-de-vie; celles-ci tirent leur nom du pays où on les fabrique : telles sont les eaux-de-vie de *Saintonge*, de *Cognac*, d'*Aigrefeuille*, *grande* et *petite Champagne*, pour les eaux-de-vie de Cognac; de *bas* et *haut Armagnac* pour les eaux-de-vie d'*Armagnac* et du *Languedoc*.

La détermination de la richesse alcoolique des esprits et eaux-de-vie se fait au moyen de l'aréomètre centésimal de Gay-Lussac, qui est l'instrument légal; c'est un densimètre qui, plongé dans l'eau distillée pure, s'arrête au 0° de l'échelle, et qui marque 100° dans l'alcool absolu; ces deux degrés extrêmes de l'échelle étant connus, on fait des mélanges de 95 d'alcool absolu, en volume, et de 5 d'eau, et on marque 95° au point d'affleurement, puis on continue par 90 et 10, puis 85 et 15, et ainsi de suite; de sorte que lorsque l'aréomètre centésimal s'arrête à 55, cela veut dire que le liquide dans lequel il est plongé contient 55 pour 100 d'alcool, à condition toutefois que la température ne dépassera pas 15°; au-dessus, il faut diminuer du chiffre des degrés obtenus, et au-dessous de 15° il faut en ajouter; d'ailleurs Gay-Lussac a construit des tables pour toutes les températures de 0 à 40°; il suffit de les consulter. Les corrections de température, de pression et de capillarité ont été faites dans ces tables.

Les aréomètres en général, et l'aréomètre centésimal en particulier, ne donnent, avec les eaux-de-vie et alcools, des indications précises qu'à la condition qu'ils ne contiennent aucun corps étranger en dissolution, qui pourrait augmenter la densité du liquide que l'on veut connaître. Ainsi ces instruments ne peuvent être employés pour reconnaître la force alcoolique du vin, de la bière, du cidre, etc.; il faut pour cela avoir recours à un autre moyen.

Gay-Lussac avait reconnu que lorsqu'on distillait des liquides contenant de 1 à 25 pour 100 d'alcool, tout l'alcool passait dans le premier tiers de la distillation. Voici alors comment opérait l'illustre chimiste : dans un petit alambic, il plaçait trois décilitres de vin, bière, cidre, etc.; il distillait pour obtenir juste un décilitre; dans l'alcool obtenu, ramené à 15° (en immergeant l'éprouvette dans de l'eau de puits), il plongeait l'aréomètre centésimal, et il divisait par trois le chiffre indiqué. Ainsi, si le décilitre d'alcool recueilli mar-

quait 30° cent., il divisait par trois, on avait 10, chiffre d'alcool renfermé dans le liquide soumis à la distillation. M. Salleron, constructeur d'instruments de précision, a eu l'idée de modifier l'appareil, de le rendre plus portatif, moins cher, tout en conservant le principe ; il distille un volume de vin, soit un décilitre, et il recueille à la distillation un tiers ou un demi-décilitre, puis il ajoute de l'eau distillée pure pour ramener le liquide au volume primitif d'un décilitre ; il plonge alors l'aréomètre centésimal, et en ramenant à + 15° il obtient d'emblée la quantité d'alcool réel renfermé dans le liquide sur lequel on opère ; les vins de bonne qualité ne contiennent pas au-dessous de 7 pour 100 d'alcool, et ne laissent pas moins de 20 pour 1000 d'extrait desséché à 110° ; s'il y a diminution dans ces deux chiffres à la fois, on peut être à peu près certain que le vin a été additionné d'eau ; si, au contraire, le chiffre de l'alcool s'élève à 8 ou 15°, et que celui de l'extrait sec s'abaisse à 15 pour 1000, il faut en conclure que le vin a été additionné d'eau et *viné*, c'est-à-dire alcoolisé ; il faut aussi se méfier en général des vins qui donnent plus de 26 pour 1000 d'extrait. D'ailleurs on doit aussi tenir compte du poids des cendres, du tartre, etc., etc.

Voici un tableau représentant la richesse alcoolique des principaux vins, cidres et bières :

VINS.	Alcool p. 100.	VINS.	Alcool p. 100.	VINS.	Alcool p. 100.
Banyuls	17	Cote-Rôtie	11.3	Chablis	7.3
Collioure	16	Sauterne blanc	15	Environs de Paris	7
Grenache	16	Macon	11	Vin au détail de Paris	8
Roussillon	16	Du Rhin (Johannis-		Cidre fort	9.1
Jurançon blanc	15.2	berg)	11	— faible	4.8
— rouge	13.7	Barsac	12	Poiré	6.7
Lunel	13.7	Beaugency	11	Ale de Burton	8.2
Saint-Georges	15	Château-Laffitte	8.7	— d'Édimbourg	5.7
Malaga	15	Château-Margot	8.7	Porter de Londres	3.9
Madère vieux	16	Saint-Estèphe	9.7	Bière vieille de Stras-	
Narbonne	13	Tokai	9.1	bourg	3.9
Communs du Midi	9.8	Pouilly blanc	9	— nouvelle	3
Vauvert	13.3	Volnay	11	Bière rouge de Lille	2.9
Champagne non mous-		Vin du Cher	8.7	— blanche	2.9
seux	13	Angers (coteaux)	12.9	— de Paris	1.9
Frontignan	11.8	Saumur	9.9	Petite bière de Pa-	
Ermitage rouge	11.3	De Vendée	8.8	ris	1/2 à 1.0

Certains vins français, parmi lesquels nous citerons ceux de l'Hérault, de l'Aude, etc., se conservent mal s'ils ne sont *vinés*, c'est-à-

dire additionnés d'alcool; les ordonnances ministérielles indiquent dans quelles limites cette addition peut être opérée ; les vins du Midi, très-riches en principes fixes et surtout en matière colorante, sont *dépouillés* par l'addition d'un peu de plâtre qui, tout en précipitant les matières colorantes, change la nature du vin; c'est, à notre avis, une pratique blâmable sur laquelle les lois ou ordonnances qui régissent la matière auront un jour à prononcer. Nous proscrivons également la coloration artificielle des vins à l'aide de matières colorantes étrangères, telles que la *teinte, ou vin de fismes* qui est préparé avec le *jus de sureau et l'alun.*

En général, les propriétés enivrantes des vins sont en raison directe de la proportion d'alcool qu'ils renferment; mais il n'en est pas toujours ainsi : à degré alcoolique égal, les vins de Bourgogne sont plus capiteux que les bordeaux; les vins des coteaux de Saumur enivrent plus que les bourgognes; cela est dû à des huiles essentielles ou à des éthers que les vins capiteux renferment. Les bières fortes elles-mêmes sont susceptibles d'enivrer plus que les vins.

Par la distillation du vin on obtient de l'alcool dont le degré varie à diverses époques de l'opération; l'alcool du commerce marque 85° à l'alcoomètre centésimal, c'est-à-dire qu'il contient 85 pour 100 d'alcool absolu; par des distillations répétées et fractionnement des produits, on peut arriver à obtenir l'alcool à 90 et 92°; mais lorsqu'on veut faire l'alcool anhydre ou absolu, marquant 100° à l'alcoomètre centésimal et 44° à l'aréomètre de Cartier, on est obligé d'opérer la distillation au contact de corps avides d'eau, qui ne peuvent pas réagir chimiquement sur l'alcool lui-même; tels sont la *chaux*, le *carbonate de potasse sec*, le *sulfate de soude effleuri*, l'*acétate de soude fondu*, le *chlorure de calcium*, etc. Mais la chaux et le chlorure de calcium retiennent, outre l'eau, des proportions notables et quelquefois définies d'alcool. Certains sels jouissent, en effet, de la propriété de former avec l'alcool et avec l'éther des combinaisons décrites, par M. Kulmann de Lille, sous les noms d'*alcoolates* et d'*éthérates* par analogie avec les hydrates.

Lorsqu'il est pur, l'alcool de vin est un liquide incolore, transparent, très-mobile, aromatique, d'une saveur brûlante; sa densité à + 15° est de 0,795; il bout à 78°,41 sous la pression ordinaire; la densité de sa vapeur correspondant à 4 volumes est égale à 1.613; il n'a pu être solidifié.

L'alcool étant mêlé avec de l'eau, la température s'élève et il y a contraction de volume ; le maximum de contraction a lieu lorsque le volume de l'eau ajoutée est à celui de l'alcool :: 1000 : 1078. Le volume collectif est alors égal à 2000.

Tous les corps riches en carbone et en hydrogène, tels que les résines, les graisses, les essences, certaines matières colorantes et la plupart des alcaloïdes, sont solubles dans l'alcool ; parmi les métalloïdes, le brome et l'iode sont très-solubles dans l'alcool ; le soufre et le phosphore le sont très-peu ; avec les premiers il se fait bientôt des réactions chimiques qui changent la nature du mélange.

Le potassium et le sodium, mis en contact de l'alcool, en dégagent un équivalent d'hydrogène ; il en résulte un composé qui a été tour à tour considéré comme de l'alcool dans lequel un équivalent d'hydrogène a été remplacé par un équivalent de métal, ou bien comme une combinaison d'éther et d'oxyde métallique. En effet :

$$C^4H^6O^2 + K = C^4H^5KO^2 + H, \text{ ou bien } C^4H^5O,KO + H.$$

Les corps oxydants et l'oxygène de l'air lui-même, sous l'influence de certains agents, et notamment du noir de platine, transforment l'alcool en acide acétique ; mais intermédiairement il se forme un corps que l'on a désigné sous le nom d'*aldéhyde* ou alcool déshydrogéné ; de sorte qu'on peut admettre dans ce phénomène les deux phases suivantes :

$$1^\circ \quad \underset{\text{alcool.}}{C^4H^6O^2} + O^2 = \underset{\text{aldéhyde.}}{C^4H^4O^2} + 2HO \qquad 2^\circ \quad \underset{\text{aldéhyde.}}{C^4H^4O^2} + 2O = \underset{\text{acide acétique.}}{C^4H^4O^4}$$

Les solutions alcooliques alcalines, chauffées en vase clos à une température de 210°, ou bien la vapeur d'alcool que l'on fait passer sur de la potasse ou sur la soude chauffées à la même température, forment encore l'acide acétique avec dégagement d'hydrogène. En effet :

$$\underset{\text{alcool.}}{C^4H^6O^2} + \underset{\text{hydrate de soude.}}{NaO,HO} = \underset{\text{acétate de soude.}}{NaO,C^4H^3O^3} + 4H$$

A la température ordinaire et au contact de l'air, les alcalis noircissent l'alcool, et on obtient une matière noire désignée sous le nom de *résine d'aldéhyde* ; il se forme en même temps un peu d'acétate.

Il résulte de ce que nous avons dit précédemment, en parlant des alcools en général, que l'alcool peut être représenté de trois manières différentes.

Dans la théorie

allemande	on le représente par	C^4H^5O,HO	ou hydrate d'oxyde d'éthyle.
française	—	$C^4H^4,2HO$	ou bihydrate d'hydrogène bicarboné (éthérène).
unitaire	—	$\left.\begin{matrix}C^4H^5\\H\end{matrix}\right\}O^2$	

Quoique les expériences de M. Williamson aient confirmé les vues de M. Gerhardt, le chef de l'école chimique dite des unitaires, sur la constitution des alcools et des éthers, nous continuerons à représenter ces corps d'après la théorie allemande, plus généralement adoptée ; celle-ci, d'ailleurs, a reçu une confirmation par les travaux de M. Frankland, qui a isolé l'*éthyle* radical des éthers viniques.

L'action que les acides exercent sur l'alcool est des plus remarquables; les produits qui en proviennent peuvent varier d'après la nature des acides et d'après les proportions employées; les corps les plus curieux qui résultent de ces réactions sont les éthers ; nous citerons ici les principaux, et nous les diviserons en quatre groupes :

1° Les éthers qui ne renferment aucun des éléments des acides qui ont servi à les former et qui peuvent être considérés comme de l'alcool, moins un équivalent d'eau; tel est l'*éther hydrique* ou *oxyde d'éthyle*, improprement dit *sulfurique* = C^4H^5O, et que l'on obtient par la réaction des acides *sulfurique, phosphorique, arsénique*, etc., de certains *chlorures métalliques*, et même de la chaleur seule dans des tubes scellés à la lampe. Ces éthers sont nommés éthers simples.

2° Les éthers nommés *halo-éthers* résultant de l'action des hydracides sur l'alcool ; ils renferment le radical de l'acide qui a servi à les former, et peuvent par conséquent être considérés comme des *chlorure, bromure, iodure, cyanure* d'éthyle. Les éthers chlorhydrique, iodhydrique, etc., appartiennent à ce second groupe.

3° Les éthers composés neutres, qui peuvent être considérés comme résultant de la combinaison de l'éther simple du premier groupe avec un acide. Les éthers *acétique, nitrique, nitreux*, appartiennent à cette classe ; les acides monoatomiques ou monobasiques peuvent seuls les donner.

4° Les acides viniques ou éthers composés acides, pouvant être regardés comme formés d'un éther simple du premier groupe avec deux équivalents d'acides et un équivalent d'eau. Les acides polyatomiques ou polybasiques donnent naissance à ces acides; tels sont les acides *sulfurique, phosphorique, arsénique, carbonique, oxalique, tartrique, mucique,* etc.

Quoique ces considérations sur la constitution chimique des éthers ne soient pas admises par tous les chimistes, nous les avons données, parce qu'elles sont plus faciles à saisir, et nous les résumons ainsi :

ÉTHERS

1er GENRE.	2e GENRE.	3e GENRE.	4e GENRE.
C^4H^5O, Éther vinique.	C^4H^5 Cl Éther chlorhydrique.	$C^4H^5O,C^4H^3O^3$ Éther acétique.	C^4H^5O,SO^3,SO^3HO
Oxyde d'éthyle.	Br — bromhydriq.	AzO^5 — nitrique.	Acide sulfovinique.
Ether simple de l'alcool de vin.	I — iodhydrique.	AzO^2 — nitreux.	$C^4H^5O,C^2O^3C^2O^3HO$
	Cy — cyanhydrique.	SO^3 — sulfurique proprement dit.	Acide oxalovinique.
Monohydrate d'hydrogène bicarboné.	S — sulfhydrique.		Etc.

Nous ferons remarquer toutefois que l'éther sulfurique proprement dit C^4H^5O, SO^3 ne résulte pas de l'action de l'acide sulfurique sur l'alcool, mais bien de celle du même acide sur l'éther simple $= C^4H^5O$.

Plusieurs théories ont été données sur l'éthérification. On admet généralement aujourd'hui, avec M. Williamson, que l'éthérification de l'alcool s'effectue en deux phases : dans la première, *l'acide sulfurique et l'alcool se décomposent mutuellement et produisent de l'acide sulfovinique et de l'eau;* dans la seconde, *l'acide sulfovinique et l'alcool se décomposent mutuellement, engendrent de l'éther et régénèrent de l'acide sulfurique.*

Avant de faire connaître en peu de mots les éthers le plus souvent employés en médecine, disons que M. Berthelot a opéré la synthèse de l'alcool de vin en faisant absorber le gaz hydrogène bicarboné $= C^4H^4$ par de l'acide sulfurique; traitant ensuite par l'eau et distillant, et celle de l'alcool *méthylique* ou de bois, en oxydant l'hydrogène protocarboné ou gaz des marais C^2H^4.

Disons enfin que, par voie de double décomposition, on peut obtenir certains éthers et d'autres produits fort intéressants. Ainsi :

$$C^4H^5Cl + KS = C^4H^5S + KCl$$

C^4H^5Cl	KS	C^4H^5S	KCl
éther chlorhydrique.	sulfure de potassium.	éther sulfhydrique.	chlorure de potassium.

Si, au lieu de protosulfure de potassium, on fait réagir le bisulfure, on obtient :

$$C^4H^5Cl + KS^2 = C^4H^5S^2 + KCl$$

bisulfure de potassium. — bisulfure d'éthyle ou mercaptam.

Une autre réaction fort curieuse est la suivante :

$$(C^4H^5O, C^2O^3)^2 + 2AzH^3 = 2C^4H^6O^2 + C^4H^4Az^2H^4$$

éther oxalique. — ammoniaque. — alcool. — oxamide.

Éther sulfurique $= C^4H^5O$. L'éther sulfurique des pharmaciens s'obtient par la réaction de l'acide sulfurique sur l'alcool de vin à une température de 140° environ ; le produit obtenu est lavé à l'eau et avec un lait de chaux, puis on le distille au bain-marie sur du chlorure de calcium fondu.

L'éther sulfurique est un liquide incolore, d'une odeur vive, agréable, d'une saveur âcre et brûlante ; à 0°, sa densité est de 0,736 ; à la pression ordinaire, il bout à 35°,5 ; la densité de sa vapeur est de 2,586. Il est très-inflammable et brûle à une flamme peu éclairante ; à — 30°, il cristallise en lames blanches et brillantes, il s'oxyde au contact de l'air et forme de l'acide acétique ; il dissout à peu près les mêmes corps que l'alcool, mais il les dissout en général plus rapidement et en plus forte proportion. C'est un antispasmodique très-puissant.

Éther chlorhydrique. — Cet éther s'obtient en saturant l'alcool absolu refroidi par du gaz chlorhydrique ; puis distillant et recevant le produit, d'abord dans un flacon contenant de l'eau, puis dans un second vase entouré d'un mélange réfrigérant.

C'est un liquide incolore, d'une odeur alliacée ; à 0°, sa densité est de 0,874 ; il bout à + 12° ; une dissolution alcoolique de potasse le décompose en chlorure de potassium et en alcool ; il brûle avec une flamme verte et en produisant de l'acide chlorhydrique ; soumis à un courant de chlore, il forme des composés dans lesquels les équivalents d'hydrogène sont successivement remplacés par des équivalents égaux de chlore ; de sorte qu'on finit par obtenir du sesquichlorure de carbone $= C^4Cl^6$ (Régnault).

L'éther iohydrique, qui bout à 72°, s'obtient par l'action de l'iodure de phosphore sur l'alcool. On peut dans cet éther remplacer

l'équivalent d'iode par certains métaux, tels que le *zinc*, l'*étain*, l'*antimoine*, et obtenir de la sorte les composés désignés sous les noms de *zinc-éthyle*, *stan-éthyle* et *stib-éthyle*, qui peuvent être eux-mêmes, par substitutions, le point de départ de produits extrêmement intéressants :

$$2(C^4H^5I) + Zn^4 = 2(ZnI) + C^8H^{10}Zn^2$$
zinc-éthyle.

Éther acétique. — Cet éther, découvert en 1759 par le comte de Lauragais, résulte de la distillation d'un mélange d'alcool, d'acide acétique et d'acide sulfurique : c'est un liquide incolore, d'une odeur agréable ; sa densité à + 15 est de 0,89 et bout à 74° ; la densité de sa vapeur à la pression normale est de 3,067 ; il brûle avec une flamme blanc-jaunâtre ; il est peu soluble dans l'eau ; il se dissout dans l'alcool et dans l'éther ; les solutions alcalines le décomposent en acétate et en alcool ; l'ammoniaque le transforme en alcool et en *acétamide* $= C^4 H^5 Az O^2$.

L'éther nitrique des pharmacies est de l'*éther nitreux* $= C^4H^5O, AzO^3$.

L'acide sulfovinique $= C^4H^5O, 2SO^3, HO$ résulte de l'action réciproque de l'alcool absolu et de l'acide sulfurique ; il forme avec les bases des sulfovinates qui sont tous solubles ; on l'isole du sulfovinate de baryte par l'addition de l'acide sulfurique ; on sépare le précipité de sulfate de baryte et on concentre sous le récipient de la machine pneumatique.

L'acide acétique se forme pendant l'acte de la végétation ; il existe dans les plantes à l'état d'acétate de potasse, de soude, de chaux, etc. Nous avons déjà dit qu'il résulte de l'oxydation de l'alcool, sous l'influence du noir de platine, des corps oxydants et des matières organiques, et notamment de cette substance qui se développe pendant l'acétification du vin, que l'on nomme *mère du vinaigre*. On avait cru, jusqu'en ces derniers temps, qu'une matière organique azotée était indispensable à la formation de l'acide acétique ; mais les belles recherches de M. Pasteur ont démontré que cette transformation de l'alcool en acide acétique se faisait dans le vin sous l'influence d'un ferment organique nommé vulgairement *fleurs du vinaigre*, lesquelles sont les germes d'une plante, le *mycoderma aceti*. Les expériences de M. Pasteur ne laissent aucun doute à ce sujet, et un procédé industriel de la fabrication du vinaigre a pu être établi sur les indications de ce chimiste.

Outre l'acide acétique provenant de l'oxydation de l'alcool du vin ou de tout autre liquide alcoolique, on connaît encore l'acide acétique provenant de la distillation du bois ; on obtient d'abord l'acide pyroligneux qui, étant purifié par des procédés industriels très-simples, fournit un produit en tout semblable à celui qui résulte de l'oxydation du vin.

Chimiquement pur, l'acide acétique est solide au-dessous de $+16°$; il forme des lames transparentes très-éclatantes ; au-dessus de $+16°$, il est liquide, incolore, limpide ; sa densité est de 1,063, et elle augmente par l'addition de l'eau ; son odeur est très-pénétrante, sa saveur fortement acide ; il bout à 120° ; il dissout un grand nombre de substances organiques, telles que la *fibrine*, l'*albumine*, le *gluten*, le *camphre*, les *essences*, les *résines*, les *gommes-résines*, etc.

Chauffé avec de la potasse, il se transforme en acétone :

$$C^4H^3O^3,HO + KO = KOCO^2 + C^3H^3O + HO;$$

mais on double la formule de l'acétone, qui est par conséquent $= C^6H^6O^2$.

Calciné avec de la potasse et de la chaux, l'acide acétique donne de l'hydrogène protocarboné ou gaz des marais :

$$C^4H^4O^4 + KO + CaO = KO + CO^2,CaOCO^2 + C^2H^4 \text{ (Persoz)}.$$

Soumis à l'action du chlore sous l'influence de la radiation solaire, l'acide acétique perd les trois quarts de son hydrogène, qui est remplacé par des équivalents correspondants de chlore ; il se forme de l'acide chloracétique :

$$C^4H^3O^3HO + Cl^6 = C^4Cl^3O^3 + {}^3HCl.$$

La découverte de ce corps, faite par M. Dumas, a été le point de départ de la belle loi des substitutions, que l'on doit à cet illustre chimiste. Ajoutons que M. Melsens a opéré la substitution inverse ; en effet :

$$\underset{\text{acide chloracétique.}}{C^4Cl^3O^3} + 2HO + 6K = \underset{\text{acétate de potasse.}}{C^4H^3KO^4} + 3KCl + 2KO$$

L'acide acétique est monobasique ; il forme avec les bases des sels qui sont tous solubles (les acétates d'argent et de protoxyde de mercure le sont peu).

L'acétate de potasse distillé avec de l'acide arsénieux produit un liquide connu sous le nom de *liqueur fumante de Cadet*, oxyde de cacodyle = $C^4 H^6 As O$, duquel M. Bunsen a extrait le cacodyle = $C^4 H^6 As$, corps fort remarquable en ce qu'il a présenté le premier exemple d'un radical composé jouant le rôle d'un métal simple.

Le GAZ HYDROGÈNE PROTOCARBONÉ, ou GAZ DES MARAIS, peut être considéré comme le point de départ de la série méthylique dont l'histoire se calque sur celle de la série éthylique.

$C^2 H^4$	Gaz hydrogène protocarboné.
$C^2 H^4 O^2$	Alcool méthylique.
$C^2 H^3 O$	Éther méthylique.
$C^2 H^2 O^4$	Acide méthylique ou formique.

Nous n'insisterons pas sur ce parallèle entre les deux séries éthylique et méthylique ; nous dirons seulement quelques mots du chloroforme, qui, bien qu'obtenu le plus souvent par l'action de l'hypochlorite de chaux sur l'alcool de vin, n'en appartient pas moins à la série méthylique, et peut être produit par substitution du chlore à l'hydrogène du gaz des marais; en effet :

$C^2 H^4$	Gaz des marais.
$C^2 H^3 Cl$	Éther méthylchlorhydrique.
$C^2 H^2 Cl^2$	Éther méthylchlorhydrique chloré.
$C^2 H Cl^3$	Chloroforme.

Le CHLOROFORME découvert simultanément par MM. Liébig et E. Soubeiran, et découvert, on peut le dire, une seconde fois par M. Dumas, lorsqu'il lui donna le nom qu'il porte, lequel indique si bien sa nature, est un liquide incolore, d'une densité de 1,48 ; son odeur éthérée est très-suave; sa saveur est piquante, sucrée et fraîche : il bout à 60°,8 ; il s'enflamme difficilement; sa vapeur brûle avec une flamme verte en produisant de l'acide chlorhydrique; il tombe au fond de l'eau sans la troubler lorsqu'il est pur; il dissout à peu près les mêmes corps que l'alcool.

Son nom de chloroforme lui vient de ce qu'une dissolution alcoolique de potasse le transforme en formiate et en chlorure.

$$\underset{\text{chloroforme.}}{C^2 H Cl^3} + 4 KO = \underset{\text{formiate de potasse.}}{KO C^2 H O^3} + \underset{\text{chlorure de potassium.}}{3 KCl}$$

ACIDE VALÉRIANIQUE. — Nous signalerons encore l'acide valérianique

comme étant un produit d'oxydation de l'essence de pommes de terre.

$C^{10}H^{12}O^2$ Essence de pommes de terre ou alcool amylique.
$C^{10}H^{10}O^2$ Valéraldéhyde ou aldéhyde amylique.
$C^{10}H^{10}O^4$ Acide valérianique ou amylique monohydraté ou valérique.

L'acide valérianique existe dans la racine de la valériane; il est le produit de l'oxydation de l'essence de valériane connue sous le nom de *valerol*, ainsi que de celle de l'*alcool amylique;* il existe encore dans les baies de la boule de neige (*viburnum opulus*), et on a prétendu qu'il était semblable à l'acide de la graisse de marsouin, ou acide *phocœnique*.

L'acide valérianique est incolore, d'une odeur forte, infecte, à + 16°,5, sa densité est de 0,937; il bout à 175 environ; il est inflammable et brûle avec une flamme blanche et fuligineuse.

Acides organiques fixes. — Tandis que les acides organiques volatils se rattachent pour la plupart aux alcools, qu'ils contiennent à peu près tous quatre équivalents d'oxygène, et des équivalents de carbone et d'hydrogène multiples de deux, et qu'enfin ils sont tous monoatomiques, c'est-à-dire qu'ils exigent un seul équivalent de base pour être saturés; les acides organiques fixes, au contraire, renferment des équivalents de carbone, d'hydrogène et d'oxygène très-variables; ils ne se rattachent à aucune série chimique; ils renferment des équivalents d'eau de constitution qui varient de un à trois, et sont par conséquent mono, bi, ou triatomiques, c'est-à-dire qu'ils saturent un, deux ou trois équivalents de base.

Soumis à la distillation ménagée, les acides fixes ou polybasiques produisent des acides pyrogénés ne différant de l'acide primitif que par de l'eau ou de l'acide carbonique; une fois formés, les acides pyrogénés ne peuvent plus reproduire les acides qui leur ont donné naissance; mais il peut arriver qu'un acide organique, avant de produire des corps pyrogénés, se déshydrate complétement et se transforme en acide anhydre; ceux-ci, sous l'influence prolongée de l'eau froide ou à l'ébullition, reproduisent les acides primitifs; mais, en se reconstituant, il arrive qu'ils ne reprennent pas immédiatement leur maximum d'eau, et peuvent former une série d'hydrates intermédiaires qui constituent autant d'acides particuliers (Frémy).

Les acides anhydres n'agissent pas sur le tournesol, et paraissent avoir pour les bases une certaine indifférence; avec le gaz ammoniac ils forment des *amides;* ceux-ci sont divisés en *amides neutres*

et *acides* : quant aux amides basiques, nous y reviendrons en parlant des alcalis organiques.

On nomme *amide* tout corps azoté neutre, acide ou basique, qui diffère d'un sel ammoniacal par les éléments de l'eau, et qui régénère un sel ammoniacal lorsqu'on le soumet à des influences qui déterminent la fixation de l'eau. Trois procédés généraux peuvent être mis en usage pour l'obtention d'un amide : 1° par l'action de la chaleur sur les sels ammoniacaux ; 2° par la combinaison directe des acides anhydres avec le gaz ammoniac ; 3° en traitant les éthers composés d'acides organiques par l'ammoniaque.

Un grand nombre d'acides organiques fixes peuvent être considérés comme des *acides copulés*, c'est-à-dire que, sous l'influence des bases et d'une certaine température, ils se dédoublent en plusieurs acides ; *le pouvoir de saturation d'un acide copulé est toujours égal au pouvoir de saturation des acides compris dans la copule, moins un.*

$C^8H^4O^{10},2HO = 2C^2O^3,HO + C^4H^3O^3,HO$ or l'acide tartrique est bibasique.
acide tartrique. deux équival. d'ac. oxalique. acide acétique.

$C^{12}H^5O^{11},HO + 2HO = 2(C^2O^3,HO) + 2(C^4H^3O^3,HO)$ l'acide citrique est tribasique.
acide citrique. acide oxalique. acide acétique.

Nous dirons quelques mots seulement des principaux acides organiques fixes :

Acide oxalique C^2O^3,HO et mieux $C^4H^2O^8$. Cet acide existe dans un grand nombre de plantes à l'état d'oxalate neutre ou acide ; on l'extrait du sel d'oseille ou bioxalate de potasse, qui lui-même est retiré de la grande oseille (*rumex acetosa*), ou de l'*alléluia* ou *pain de coucou*, *oxalis acetosella*.

Cet acide a été considéré comme un composé oxygéné du carbone intermédiaire entre l'oxyde de carbone et l'acide carbonique ; en effet, soumis à l'action de la chaleur, il se dédouble en eau, oxyde de carbone et acide carbonique ; aussi le représentait-on par $C^2O^3,HO = CO + CO^2 + HO$; il est vrai qu'il se forme aussi des traces d'acide formique pendant l'opération ; mais aujourd'hui on double sa formule et on le représente par :

$C^4H^2O^8 = 2HO$ Eau.
$2CO^2$ Acide carbonique.
$2CO$ Oxyde de carbone.
$C^4H^2O^8$

L'acide sulfurique concentré le dédouble comme nous venons de le dire; il forme des acides viniques, donc il est bibasique; et c'est avec raison que l'on a doublé son ancienne formule; chauffé avec de la glycérine au-dessous de 100°, il se dédouble en acide formique et acide carbonique.

L'acide oxalique résulte de l'action de l'acide azotique sur les fécules, les sucres, et en général les substances ternaires; il cristallise en prismes quadrilatères obliques, terminés par des surfaces unies ou par des sommets dièdres; il est soluble dans l'eau et dans l'alcool.

A 100° il perd deux équivalents d'eau de cristallisation (28 p. 100), et ne conserve que l'eau de constitution vers 180°; il se sublime en partie, et l'autre partie est décomposée en eau, oxyde de carbone, acide carbonique et acide formique.

La solution d'acide oxalique précipite tous les sels de chaux de leur dissolution; elle précipite l'or du chlorure avec dégagement d'acide carbonique.

On a prétendu que l'acide oxalique existait à l'état de liberté dans les poils des pois chiches, mais ce fait n'a jamais été démontré.

Avec les bases il forme des oxalates; il existe un oxalate neutre, un bioxalate et un quadroxalate de potasse; c'est en étudiant ces sels que Wollaston a confirmé la belle théorie de Dalton sur la loi des proportions multiples.

Les oxalates alcalins calcinés sont transformés en carbonates; l'oxalate d'ammoniaque chauffé avec soin donne l'oxamide (Dumas), et le bioxalate d'ammoniaque produit l'acide oxamique (Balard).

Nous avons dit ailleurs comment on pouvait produire l'oxamide au moyen de l'éther oxaliéthylique et de l'ammoniaque.

ACIDE MALIQUE $C^8H^6O^{10}$ ou $C^8H^4O^8, 2HO$. Après l'acide tannique, l'acide malique est le plus répandu dans la nature; son nom vient de *malus, pomme*; il existe en effet dans la plupart des fruits, dans presque toutes les plantes, tantôt combiné à des alcalis organiques, comme dans le tabac, la ciguë, la belladone, etc., tantôt avec des bases minérales, telles que la potasse, la soude, etc. M. Kopp a extrait le bimalate de potasse en abondance du jus de rhubarbe; enfin, lorsque l'on soumet l'asparagine à l'action prolongée de l'acide azotique, elle s'assimile les éléments de quatre molécules d'eau, et se transforme en malate d'ammoniaque, d'où il est toujours facile de séparer l'acide malique.

L'acide malique soumis à une température de 175° se dédouble en eau, en *acide maléique anhydre* et en *acide maléique*.

$$2C^8H^6O^{10} \text{ acide malique} \left\{ \begin{array}{lll} = (HO)^2, C^8H^2O^6 & = & \text{Acide maléique.} \\ \quad C^8H^2O^6 & - & \text{Acide maléique anhydre.} \\ \quad 6HO & = & \text{6 équivalents d'eau.} \end{array} \right.$$

L'acide malique se présente sous la forme de mamelons cristallisés, incolores, composés de prismes à quatre ou à six faces, fusibles à 83°, déliquescents; il est biatomique.

L'*acide maléique* fond à 130°; maintenu entre cette température et 140°, il ne gagne rien, ne perd rien, mais il subit une modification moléculaire, change de propriétés physiques, et devient monoatomique de biatomique qu'il était; il porte alors le nom d'*acide paramaléique*, qui ne fond que vers 200°, ne se volatilise qu'à une température plus élevée; il est alors représenté par C^4HO^3, HO, il possède toutes les propriétés de l'*acide fumarique* retiré du *fumaria officinalis* et de l'acide bolétique extrait des champignons.

Nous résumons la production des acides pyrogènes de l'acide malique par les équations suivantes.

$C^8H^6O^{10} = C^8H^4O^8, 2HO$		Acide malique cristallisé.
$C^8H^4O^8 = C^8H^2O^6, 2HO$		Acide maléique.
$C^4H^2O^4 = C^4HO^3, HO$		Acide paramaléique ou fumarique ou bolétique.

Acide citrique. — Cet acide existe à l'état de liberté dans les fruits des aurantiacées ou hespéridées, dans le tamarin; simultanément avec l'acide malique dans les groseilles et les fruits verts de groseilles à maquereau. On l'extrait le plus souvent du jus de citron : pour cela on fait fermenter ce suc et on sature par du carbonate de chaux, puis on décompose le citrate de chaux formé par de l'acide sulfurique, on lave et on fait cristalliser. Disons d'ailleurs que c'est le procédé d'extraction de tous les acides organiques fixes; seulement, pour quelques-uns, on précipite par un sel de plomb, et on décompose le sel insoluble formé tantôt par l'acide sulfurique, tantôt par l'hydrogène sulfuré.

L'acide citrique cristallise en prismes obliques à quatre pans terminés par des sommets dièdres inclinés sur des angles aigus; il est insoluble dans l'éther, se dissout dans l'alcool et dans l'eau; sa solution ne trouble pas l'eau de chaux à froid, mais il la trouble à l'ébullition. Il est triatomique, et contient par conséquent trois équi-

valents d'eau de constitution ; il renferme en outre deux équivalents d'eau de cristallisation, qu'il perd à 100°. Lorsqu'il a été cristallisé à la température de l'eau bouillante, 100°, il ne contient qu'un équivalent d'eau d'hydratation. Nous résumons dans le tableau suivant les produits de la distillation sèche de l'acide citrique.

$C^{12}H^{5}O^{11},3HO$			Acide citrique.
$C^{12}H^{6}O^{12}$	$= C^{12}H^{3}O^{9},3HO$	—	aconitique ou *citridique*.
$C^{10}H^{6}O^{8}$	$= C^{10}H^{4}O^{6},2HO$	—	citraconique hydraté ou *citribique*.
$C^{10}H^{4}O^{6}$		—	citraconique anhydre.
$C^{10}H^{6}O^{8}$	$= C^{10}H^{4}O^{6},2HO$	—	itaconique.

On voit, d'après ce qui précède, que l'acide *citraconique hydraté* et l'*acide itaconique* sont isomères. L'*acide aconitique* a été trouvé dans l'*aconitum napellus* et dans les prèles *equisetum fluviatile, limosum*, etc.

Tous les citrates, sauf ceux à base alcaline, sont insolubles.

En général, lorsqu'un acide organique forme avec une base un sel neutre soluble, le sel acide est moins soluble ; ainsi les citrates acides de potasse et de soude sont moins solubles que les citrates neutres ; par contre, lorsqu'un acide organique forme avec une base un sel neutre insoluble, les sels acides sont plus solubles ; aussi les citrates acides de chaux sont-ils plus solubles que le citrate neutre.

Nous avons déjà dit que l'acide citrique était triatomique. Nous saisissons cette occasion pour faire comprendre quelles sont les variétés de sels qu'il pourra former.

$C^{12}H^{5}O^{11},3HO = \bar{C},3HO$	Acide citrique. (On représente souvent les acides organiques par leur lettre initiale avec le signe — au-dessus.)
$\bar{C},3MO$	Citrate neutre ou tribasique.
$\bar{C},2MO,HO$	Citrate bibasique.
$\bar{C},MO,2HO$	Citrate acide.

Acide tartrique. — Cet acide a été découvert par Schéele; il existe dans un grand nombre de végétaux, notamment dans le jus du raisin. On l'extrait de la crème de tartre, qui, elle-même, provient du tartre des tonneaux, par un procédé semblable à celui que l'on emploie pour l'acide citrique.

L'acide tartrique cristallise en prismes obliques à base rhombe, terminés par des sommets dièdres, dont la densité est de 1,75 ; ils sont volumineux, inaltérables à l'air ; ils sont solubles dans l'eau, l'alcool ; sur les charbons ardents, ils répandent une odeur de caramel ; la solution de cet acide est *dextrogyre*, et son énergie spécifique augmente

avec la proportion d'eau et la température; nous devons ajouter que son mode de dispersion des plans de polarisation est régi par une loi toute spéciale, différente de celle à laquelle sont soumises les substances douées de la propriété rotatoire moléculaire. Mais cette loi disparaît sous l'influence de l'acide borique et des alcalis. Jusqu'à présent on ne connaît que l'acide *malique actif*, qui possède les mêmes propriétés exceptionnelles; d'ailleurs, outre l'acide tartrique *dextrogyre*, il en existe un autre *lévogyre*, et un troisième *inactif*.

L'acide tartrique en solution ne précipite pas les sels de chaux, mais il précipite l'eau de chaux à froid; le précipité est soluble dans un excès d'acide. On peut résumer ainsi les caractères distinctifs des trois acides organiques que l'on pourrait confondre entre eux :

1° L'acide oxalique précipite les sels de chaux et l'eau de chaux;

2° L'acide tartrique ne précipite pas les sels de chaux, mais il précipite l'eau de chaux à froid;

3° L'acide citrique ne précipite ni les sels de chaux, ni l'eau de chaux à froid; il précipite cette dernière à l'ébullition.

Enfin, ces trois acides en excès précipitent une solution de potasse; ce caractère est surtout important pour l'acide tartrique.

Soumis à l'action de la chaleur, l'acide tartrique éprouve les transformations suivantes :

à 170° =	Acide métatartrique......	=	$C^8H^4O^{10},2HO$
	— isotartrique........	=	$C^8H^5O^{11},HO$
à 190° =	— tartrique anhydre..	=	$C^8H^4O^{10}$
	— tartrélique.........	=	$C^8H^3O^9,HO$
à 200° =	— pyruvique.........	=	$C^6H^3O^5,HO$
à 300° =	— pyrotartrique......	=	$C^{10}H^8O^8$

Avec les bases, l'acide tartrique, qui est diatomique, forme quatre groupes de sels; ainsi, $C^8H^4O^{10} = \bar{T},2HO$, on aura :

$T,2HO$	Acide tartrique.
$\bar{T}KO,HO$	Bitartrate de potasse.
$\bar{T},2KO$	Tartrate neutre de potasse.
$\bar{T},KO,NaO$	Tartrate de potasse et de soude (sel de seignette).
$\bar{T},KO,Sb^2O^3$	Tartrate de potasse et d'antimoine (émétique).

KO pouvant toujours être remplacé par un oxyde MO et Sb^2O^3 par un sesquioxyde M^2O^3. La crème de tartre soluble, employée souvent en médecine, est comprise dans le groupe des émétiques et est représentée par $C^8H^4O^{10},KO,BO^3$.

Acide lactique. — L'acide lactique provient d'une fermentation spéciale que subissent les sucres sous l'influence d'un ferment organisé que M. Pasteur nomme *ferment lactique*.

C'est un acide liquide, sirupeux, incolore, très-acide, soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther; sa densité est de 1,22; il existe dans certains végétaux, tels que la ciguë, la douce-amère (Wittstein), et dans la noix vomique et la fève de Saint-Ignace, uni à la strychnine et à la brucine.

L'acide lactique peut être considéré comme l'acide dérivant d'un alcool nommé *propylglycol*; celui-ci par oxydation se transforme en acide lactique.

L'acide lactique forme, avec les bases, des lactates solubles; les lactates de protoxyde de fer et de zinc sont seuls employés; ce dernier se distingue par sa belle cristallisation en aiguilles qui caractérise l'acide lactique.

L'acide lactique chauffé éprouve les transformations suivantes :

$C^6H^6O^6 = C^6H^5O^5,HO$	Acide lactique.	
$C^6H^5O^5$	Acide lactique anhydre.	
$C^6H^4O^4$	Lactide.	(Pelouze.)

Le plus grand nombre des chimistes considèrent aujourd'hui l'acide lactique comme diatomique; sa formule doit par conséquent être doublée.

Acide tannique ou tannin. — C'est l'acide le plus répandu dans les végétaux, par sa faible acidité, sa nature et ses applications; il pourrait, jusqu'à un certain point, être rangé parmi les substances colorantes; c'est un des astringents les plus puissants que l'on connaisse; c'est par lui qu'agissent les *cachous*, les *kinos*, l'*écorce de chêne*, la *ratanhia*, les *racines des rosacées*, etc., etc, si employés en médecine, dans l'art du teinturier et surtout du tanneur. Au point de vue thérapeutique, il n'existe qu'une seule espèce de tannin; mais on distingue en chimie les tannins qui précipitent en noir les sels de fer, au maximum, qu'on a appelés acide *querci-tannique*, tels sont le tannin du chêne, de la noix de galle, etc.; et ceux qui précipitent les mêmes sels en *vert*, comme l'acide *mimo-tannique* ou *cachutique*, celui de la ratanhia, des rubiacées, etc. On avait même distingué encore les acides *café-tannique* ou tannin du café; *quino-tannique*, des quinquinas; *morin-tannique*, du *morus tinctoria*, etc.

Mais ces distinctions des tannins ne sont pas généralement adoptées.

La noix de galle est une excroissance qui vient sur le *quercus infectoria* à la suite de la piqûre d'un insecte hyménoptère pupivore, le cynips gallæ tinctoriæ, dont la femelle perce, à l'aide d'une tarière dont son abdomen est armé, les bourgeons à peine formés de la plante ; l'insecte dépose un œuf dans la blessure, l'excroissance qui se forme renferme jusqu'à 65 pour 100 de tannin. L'œuf renfermé éclôt, il en naît une larve qui, bientôt, se transforme en nymphe, et plus tard en insecte complet ; celui-ci perce alors la cloison et s'envole. M. Guibourt a constaté que la cavité de la noix de galle était tapissée d'une couche d'amidon destiné à nourrir la larve et l'insecte ; autour de cette cavité centrale se trouvent des chambres aériennes destinées à fournir l'air nécessaire à la respiration de l'animal.

La noix de galle nous vient de la Syrie et de l'Asie Mineure ; la meilleure porte dans le commerce le nom de *galle noire* ou *galle verte d'Alep*. Lorsqu'elle a été percée par l'insecte, elle constitue la *galle blanche*, qui est plus légère et peu estimée ; la *galle de Smyrne* est plus grosse, moins foncée et moins pesante ; elle contient plus de galle blanche. On distingue encore la *petite galle couronnée d'Alep*, la *galle d'Istrie*, la *galle de Hongrie ou du Piémont*, la *galle en artichaut*, la *galle de l'yeuse ou de France*, la *galle ronde ou du chêne rouvre*, nommée aussi *galle du pétiole du chêne;* la *galle ronde des feuilles du chêne*, etc. ; mais ces dernières ne sont pas employées.

Pour extraire le tannin, on réduit la noix de galle en poudre fine, on l'expose à l'air humide pendant douze heures, et on en fait une pâte avec poids égal d'éther du commerce qui contient toujours un peu d'eau et de l'alcool ; après douze heures de contact, on exprime à la presse, et on étend sur des assiettes, à l'aide d'un pinceau, le liquide visqueux obtenu ; on reprend le tourteau par une nouvelle quantité d'éther ; les assiettes sont portées à l'étuve chauffée à 40° ; l'éther s'évapore, et il reste une masse très-poreuse : c'est le tannin des pharmacies.

Le tannin est inodore, d'une saveur astringente, sans amertume ; il est soluble dans l'eau ; la solution précipite les solutions métalliques ; celle de gélatine, les substances albumineuses, les alcalis organiques, etc. ; elle forme avec les persels de fer une liqueur d'un bleu tellement intense, qu'elle paraît noire.

Le tannin est employé pour le tannage des peaux, pour précipiter la matière albumineuse des vins qui tournent au gras (glaiadine); dissous dans l'eau et exposé à l'air, le tannin se transforme en acide gallique.

$$C^{54}H^{22}O^{34} + 24\,O = 12\,CO^2 + 3\,C^{14}H^6O^{10}$$

tannin. acide gallique.

L'acide gallique se distingue de l'acide tannique en ce qu'il ne précipite pas la solution de gélatine; soumis à la distillation sèche, il donne les produits suivants :

à 185°	$C^7H^3O^5$	$= C^7H^2O^4,HO$	Acide gallique. (Un équivalent simple.)
à 210°	$C^6H^3O^3$		Acide pyrogallique.
à 250°	$C^{12}H^4O^4$	$= C^{12}H^3O^3,HO$	Acide métagallique.
	$C^{14}H^2O^7,HO$		Acide ellagique.

L'acide ellagique se forme lorsqu'on abandonne pendant très-longtemps à l'air une solution de tannin; on l'a encore appelé *acide bézoardique*, parce qu'on l'a trouvé dans les *bézoards* ou concrétions intestinales.

L'acide quinique $= C^7H^5O^5,2HO$, existe dans les quinquinas, combiné à la quinine, à la cinchonine et à d'autres alcaloïdes; il existe dans le *china nova* un acide particulier qu'on a nommé acide quinovatique $= C^{48}H^{35}O^{11}$.

L'acide méconique se trouve dans l'opium combiné aux alcaloïdes; il est blanc et cristallise en paillettes blanches, douces au toucher, solubles dans l'eau, l'alcool et l'éther; sa solution colore en beau rouge de sang les persels de fer.

Soumis à la dissolution sèche, il donne les produits suivants :

$C^{14}HO^{11},3HO$	Acide méconique.
$C^{12}H^2O^8,2HO$	Acide coménique.
$C^{12}H^2O^8,2HO$	Acide paraméconique.
$C^{10}H^3O^5,HO$	Acide pyroméconique.

D'autres acides organiques, que l'on trouve dans les végétaux, ont plus naturellement leur place dans la *Flore médicale*.

DES ALCALIS ORGANIQUES. — On désigne sous le nom d'*alcalis organiques*, de *bases organiques*, d'*alcaloïdes*, des principes immédiats azotés, insolubles ou peu solubles dans l'eau, se dissolvant en général dans l'alcool et dans l'éther, possédant une saveur amère et des propriétés vénéneuses, verdissant plus ou moins le sirop de violettes,

saturant parfaitement les acides pour former des sels qui généralement cristallisent et dont les solutions sont précipitées par le tannin, les chlorures d'or et de platine, le molybdate d'ammoniaque et l'iodure double de mercure et de potassium.

Les alcalis organiques peuvent être divisés en trois groupes :

1° Les alcalis organiques oxygénés solides et fixes (la cinchonine exceptée); ce sont les plus nombreux;

2° Les alcalis organiques non oxygénés liquides et volatils (nicotine, cicutine, etc.);

3° Les alcalis organiques gazeux (on ne connait que la méthylamine).

Le *chlore*, le *brome* et l'*iode* peuvent se substituer à l'hydrogène des alcaloïdes et former de nouveaux composés.

Les alcalis organiques naturels dévient à gauche le plan de polarisation de la lumière polarisée, à l'exception de la cinchonine qui la dévie à droite; saturés par les acides, leur pouvoir propre s'affaiblit, sauf la quinine dont le pouvoir augmente sous l'influence des acides. La narcotine dévie à gauche lorsqu'elle est libre; combinée à un acide, elle dévie à droite (Bouchardat).

On extrait les alcalis organiques fixes en traitant les substances qui les contiennent par de l'eau acidulée ou non; puis on précipite par l'ammoniaque, par le carbonate de soude ou par la chaux; dans ce dernier cas, on fait dessécher le précipité, et on l'épuise par l'alcool bouillant; par évaporation de celui-ci, on obtient l'alcaloïde brut; on le purifie en le transformant en sel, faisant bouillir avec du charbon animal, filtrant, précipitant par l'ammoniaque, et faisant cristalliser dans l'alcool ou dans l'éther.

Les alcalis organiques volatils s'obtiennent en distillant la substance avec une solution concentrée de potasse caustique, saturant le produit par l'acide sulfurique, reprenant par l'éther, faisant évaporer et distillant de nouveau le sulfate d'alcaloïde avec la potasse.

Nous énumérons ici les principaux alcaloïdes naturels; nous reviendrons sur chacun d'eux lorsque nous traiterons des plantes qui les renferment.

ALCALOÏDES DES BERBÉRIDÉES.

Berbérine........	$C^{42}H^{20}O^{11}Az$ (Kemp).............	du *berberis vulgaris.*
Oxyacanthine.....	.... (Polex).............	du *berberis vulgaris.*

ALCALOÏDES DES COLCHICACÉES.

Colchicine........	(Pelletier et Caventou, Geiger et Hesse).		
Jervine......... ..	$C^{30} H^{35} Az^2 O^3$	(Simon)..............	du *veratrum album.*
Sabadilline........	$C^{10} H^{14} Az O^6$	(Couerbe)............	du *veratrum sabadilla.*
Vératrine.........	$C^{31} H^{22} Az O^6$	(Meissner)...........	du *veratrum sabadilla.*

ALCALOÏDES DES FUMARIACÉES.

Corydaline........	$C^{34} H^{21} Az O^{10}$	(Wankenroder).......	des *corydalis.*
Fumarine..........	....	(Peschier)...........	des *fumaria.*
Sanguinarine......	....	(Dana, Schiel).........	des *sanguinaria.*

ALCALOÏDES DES OMBELLIFÈRES.

Chœrophylline....	....	(Pollstorf)...........	des *chœrophyllum.*
Cynapine.........	....	....	de l'*ethusa cynapium.*
Conine ou cicutine.	$C^{16} Az H^{16}$	(Brandes)............	du *conium maculatum.*

ALCALOÏDES DES PAPAVÉRACÉES.

Codéine..........	$C^{35} H^{20} Az O^5$	(Robiquet)...........	Tous extraits des opiums.
Morphine.........	$C^{34} H^{19} Az O^6$	(Derosne)............	Tous extraits des opiums.
Narcéine..........	$C^{28} H^{20} Az O^{12}$	(Pelletier)............	Tous extraits des opiums.
Nacogénine.......	$C^{36} H^{19} Az O^{10}$	(Blyth)..............	Tous extraits des opiums.
Papavérine........	$C^{40} H^{21} Az O^8$	(Merck)..............	Tous extraits des opiums.
Narcotine.........	$C^{46} H^{25} Az O^{14}$	(Derosne)............	Tous extraits des opiums.
Porphyroxine.....	....	(Merck et Riegel)......	Tous extraits des opiums.
Pseudomorphine...	....	(Pelletier)............	Tous extraits des opiums.
Thébaïne.........	$C^{38} H^{21} Az O^6$	(Thibouméry)..........	Tous extraits des opiums.
Chélérithryne.....	....	(Probst et Polex)......	du *chelidonium majus.*
Chélidonine.......	C[illegible] H[illegible] $Az^3 O^6$	(Godefroy)...........	du *chelidonium majus.*
Glaucine..........	....	(Probst)..............	du *glaucium flavum.*
Glaucopicrine......	....	(Id.).................	du *glaucium flavum.*

ALCALOÏDES DES PEGANUM.

Harmaline........	$C^{27} H^{14} Az^2 O^2$	(Gœbel)..............	du *peganum harmalia.*
Harmine..........	$C^{27} H^{12} Az^2 O^2$	(Fritzche)............	du *peganum harmalia.*
Porphyrharmine...	....	(Gœbel).............	du *peganum harmalia.*

ALCALOÏDES DES RENONCULACÉES.

Aconitine.........	...	(Hesse).......................	des *aconitum.*
Delphine..........	...	(Brandes, Lassaigne et Feneulle).	du *delphinium staphisagria.*
Staphisain........	...	(Couerbe).....................	du *delphinium staphisagria.*

ALCALOÏDES DES RUBIACÉES.

Aricine...........	$C^{20} H^{12} Az O^3$	(Pelletier et Coriol)....	Tous extraits des divers cinchonas, et nous ne comprenons pas dans ce tableau les isomères, et les dérivés de la cinchonine et de la quinine.
Blanquinine.......	....	(Mill)...............	
Cinchonine.......	$C^{20} H^{12} Az O$	(Gomez, Pellet. et Cavent.).	
	$C^{38} H^{22} Az^2 O^2$	(Laurent)............	
Quinine..........	$C^{20} H^{12} Az O^2$	(Pelletier et Caventou).	
	$C^{38} H^{22} Az^2 O^4$	(Laurent)............	
Pitoxine..........	....	(Peretti)..............	
Pseudoquinine.....	....	(Mengarduque)........	
Paricine..........	....	(Winckler)...........	

Émétine.		(Pelletier et Caventou).	du *cœphelis ipecacuanha.*
Caféine	$C^8H^5Az^2O^2$	(Runge)	du *coffea arabica.*
	$C^{16}H^{10}Az^4O^3$	(Payen)	

ALCALOÏDES DES SOLANÉES.

Atropine	$C^{34}H^{23}AzO^6$	(Mein, Geiger et Hesse).	de l'*atropa belladona.*
Belladonine			
Capsicine		(Braconnot et Witting).	des *capsicum.*
Daturine		(Geiger et Hesse)	du *datura stramonium.*
Stramonine		(Tromsdorff)	
Hyoscyamine		(Geiger et Hesse)	des *hyoscyamus.*
Nicotine	$C^{20}H^{14}Az^2$	(Reimann et Posselt)	des divers *nicotiana.*
Solanine	$C^{84}H^{68}AzO^{28}$	(Desfosses)	des *solanum.*
Physaline		(Dessaignes)	du *physalis alkekengi.*

ALCALOÏDES DES STRYCHNÉES.

Brucine	$C^{46}H^{26}Az^2O^8$	(Pelletier et Caventou).	des divers *strychnos.*
Curarine		(Boussingault et Roulin).	du *curare.*
Strychnine	$C^{44}H^{24}Az^2O^8$	(Pelletier et Caventou).	des divers *strychnos.*
Igasurine		(Desnoix)	

ALCALOÏDES DIVERS.

Apirine	dans le *cocos lapidea*	(Bizio).
Azarine	— l'*azarum Europæum*	
Azadirine	— le *melia azedarach*	(Piddington).
Bébéerine	— l'écorce de Bébeeru	(Rodie).
Buxine	— le *buxus sempervirens*	(Fauré).
Carapine	— le *carapa Guianensis*	(Boullay, Petroz, Robinet).
Castine	— le *vitex agnus castus*	(Landerer).
Chiococcine	— le *chiococca racemosa*	
Convolvuline	— le *convolvulus scammonia*	(Clamor-Marquart).
Crotonine	— le *croton tiglium*	(Brandes).
Cusparine	— le *cusparia febrifuga*	(Saladin).
Daphnine	— le *daphne Gnidium* ou *mezereum.*	(Vauquelin).
Eupatorine	— l'*eupatorium cannabinum*	(Righini).
Euphorbine	— l'*euphorbe*	(Buchner et Herberger).
Hédérine	— l'*hedera helix*	
Jamaïcine	— le *geoffræa surinamensis*	(Huttenschmidt).
Ménispermine	$C^{18}H^{12}AzO^2$ dans le *menispermum cocculus.*	(Pelletier et Coriol).
Paraménispermine.	$C^{18}H^{12}AzO^2$	
Pelosine	dans le *cissampelos pareira*	(Wiggers).
Picrotoxine		
Péréirine	dans l'écorce de *peraira.*	(Goos).
Piperine	$C^{34}H^{19}AzO^6$ dans le *piper nigrum*	(Œrstedt).
Sépéerine	dans l'écorce de bébéeru	
Surinamine	— le *geoffræa Surinamensis*	(Huttenschmidt).
Théobromine	— le *theobroma cacao*	(Woskresensky).
Violine	— le *viola odorata* (racine)	(Boullay).

A côté de ces alcalis organiques naturels, la chimie est parvenue, surtout dans ces derniers temps, à produire une quantité considé-

rable d'alcaloïdes artificiels. Les uns sont comparables aux alcaloïdes volatils non oxygénés et à l'ammoniaque, et, pour cette raison, on les a nommés *ammoniaques composés*: ils peuvent être considérés comme de l'ammoniaque dans lequel un ou plusieurs équivalents d'hydrogène auront été remplacés par des équivalents correspondants de radicaux alcooliques, tels que l'éthyle C^4H^5, le méthyle C^2H^3, l'amyle $C^{10}H^{11}$, le phényle $C^{12}H^5$; on est même parvenu à remplacer les trois équivalents de l'hydrogène de l'ammoniaque par trois équivalents de trois radicaux alcooliques différents. L'exemple que nous donnons fera mieux comprendre la constitution de ces composés, sur lesquels nous ne pouvons pas insister plus longtemps :

$Az\left\{\begin{matrix}H\\H\\H\end{matrix}\right.$	$Az\left\{\begin{matrix}H\\H\\C^4H^5\end{matrix}\right.$	$Az\left\{\begin{matrix}H\\C^4H^5\\C^4H^5\end{matrix}\right.$	$Az\left\{\begin{matrix}C^4H^5\\C^4H^5\\C^4H^5\end{matrix}\right.$	$Az\left\{\begin{matrix}H\\C^4H^5\\C^{12}H^5\end{matrix}\right.$	$Az\left\{\begin{matrix}C^4H^5\\C^{10}H^{11}\\C^{12}H^5\end{matrix}\right.$
ammine ou ammoniaque.	ethylammine ou éthyliaque.	biéthylammine ou biéthyliaque.	triéthylammine ou triéthyliaque.	éthylphénylammine ou éthylphényliaque.	éthylamylphénylammine ou éthylamylphényliaque.

Si l'on réfléchit que l'hydrogène phosphoré = PhH^3 ou *phosphine* et l'hydrogène arsenié ou *arsine* peuvent jouer le même rôle que l'ammoniaque ou *ammine*, et que tous les radicaux alcooliques peuvent être substitués à un, deux ou trois équivalents d'hydrogène de ces composés, on conçoit sans peine que le chiffre de ces alcaloïdes artificiels est innombrable.

Enfin ajoutons qu'on est parvenu à faire également des alcaloïdes artificiels oxygénés dérivant de l'oxyde d'ammonium; ainsi :

$Az\left\{\begin{matrix}H\\HO,HO\\H\\H\end{matrix}\right.$	$Az\left\{\begin{matrix}C^4H^5\\C^4H^5\\C^4H^5O,HO\\C^4H^5\end{matrix}\right.$	$Az\left\{\begin{matrix}C^2H^3\\C^4H^5\\C^{10}H^{11}O,HO\\C^{12}H^5\end{matrix}\right.$
hydrate d'oxyde d'ammonium.	hydrate d'oxyde de tétréthylammonium.	hydrate d'oxyde de méthyl-éthylamylphénylammonium.

Outre tous ces corps, on en a encore découvert qui peuvent être considérés comme des *corps copulés*, et d'autres dans lesquels on est parvenu à faire entrer des métaux, tels que le *bismuth*, l'*antimoine*, le *zinc*, le *mercure*, à l'état de *zinc éthyle*, de *stan-éthyle*, etc., ou de tout autre radical alcoolique métallique.

Un grand nombre de végétaux contiennent des substances cristallisables neutres, non azotées : nous citerons la *salicine*, extraite de l'écorce des saules; la *phloridzine*, que l'on retire de l'écorce du

pommier; la *glycyrrhizine*, de la racine de réglisse, etc. Nous en signalerons quelques-unes en parlant des glycosides.

Des essences ou huiles essentielles. — Un grand nombre de végétaux, appartenant principalement aux familles des labiées, des laurinées, des aurantiacées, des caryophyllées, des synanthérées, des ombellifères, des conifères, etc., doivent leur odeur à des principes immédiats, volatils, insolubles dans l'eau, mais pouvant former avec elle des combinaisons cristallisables, solubles dans l'alcool et dans l'éther, insaponifiables; ce sont les huiles essentielles ou essences.

Le plus souvent les essences préexistent dans les plantes et peuvent être séparées par distillation ou par expression; dans d'autres cas, elles ne préexistent pas, et elles ne se forment qu'au contact de l'eau; telles sont les essences d'amandes amères et de moutarde.

La parfumerie et la pharmacie font un grand usage des essences; dans les arts on les emploie pour la fabrications des vernis.

Les essences peuvent être divisées en quatre groupes principaux :

1° Les essences hydrocarbonées;

2° Les essences oxygénées;

3° Les essences sulfurées;

4° Les essences azotosulfurées.

Les essences hydrocarbonées sont celles de *térébenthine*, de *sabine*, de *genièvre*, de *citron*, de *bergamote*, d'*orange*, de *cubèbe*, de *copahu*, d'*élémi*, etc.

Parmi les essences oxygénées, les unes se rapprochent du *camphre;* d'autres sont neutres, *menthe, thym, romarin, lavande;* d'autres acides, *girofle, reine des prés*, etc.; quelques-unes peuvent être considérées comme des aldéhydes, *essences d'amandes amères*, de *cannelle;* l'huile essentielle de *pommes de terre* joue le rôle d'un alcool (alcool amylique), et celle de *Gaultheria procumbens* (éricacées), qui a pu être faite artificiellement, peut être regardée comme un *salicylate de méthylène;* elle est connue dans le commerce sous le nom d'essence de *wintergreen*. Elle vient de la Nouvelle-Jersey.

Le tourteau d'amandes amères, traité par l'alcool, ne donne pas d'essence, donc elle ne préexiste pas; mais ce tourteau renferme deux principes, l'*amygdaline* et la *synaptase* ou *émulsine*, qui, en réagissant l'une sur l'autre au contact de l'eau, donnent naissance à plusieurs produits, parmi lesquels il faut citer l'essence d'amandes

amères et l'acide cyanhydrique. Les amandes douces ne renferment pas d'*amygdaline,* mais elles contiennent de l'*émulsine.*

L'essence d'amandes amères ou *hydrure de benzoïle* est l'aldéhyde de l'acide benzoïque; en effet, cet acide ne tarde pas à prendre naissance lorsqu'on expose l'essence à l'air ou qu'on la traite par les corps oxydants.

Un grand nombre d'essences sont devenues le point de départ de séries chimiques fort intéressantes; ainsi l'on connaît la série *salicylique,* qui a pour origine l'essence de reine des prés; les séries *cinnamique, anisique, cuminique, eugénique,* etc.

Le bouquet des vins est attribué à des essences qui peuvent être considérées comme des éthers composés, tels sont les *éthers œnanthique* et *vino-œnanthique.*

Pour parler des essences sulfurées et azoto-sulfurées, il est plus simple de renvoyer aux articles qui traitent de l'*ail* et de la *moutarde.* Disons toutefois ici que la seconde de ces essences ne préexiste pas dans la moutarde noire; elle ne se forme qu'au contact de l'eau par la réaction de la *myrosine* sur l'*acide myronique,* qui existe dans la moutarde à l'état de *myronate de potasse ;* et de même que l'on peut faire l'essence d'amandes amères, pour ainsi dire de toutes pièces, par la réaction de l'émulsine prise aux amandes douces, sur l'amygdaline empruntée aux amandes amères, de même on peut prendre l'acide myronique à la moutarde noire et la myrosine à la moutarde blanche, et faire, par leur contact avec l'eau, de l'essence de moutarde.

Certaines essences exposées au contact de l'air attirent l'oxygène et se résinifient.

Les RÉSINES sont des substances solides, répandues dans les végétaux, notamment dans les conifères et les térébinthacées; elles sont rudes au toucher, fusibles, inflammables, insolubles dans l'eau, solubles dans l'alcool, l'éther, les corps gras et les huiles essentielles; lorsqu'elles découlent des arbres, elles sont toujours dissoutes dans des essences et portent le nom de *térébenthines,* et elles prennent le nom de *baumes* lorsqu'elles contiennent de l'*acide benzoïque* (benjoin) ou de l'*acide cinnamique,* ou les deux à la fois (baumes de Tolu, du Pérou, etc.)

Voici quelles sont les principales résines : la résine animée, produite par l'*hymenæa Courbaril,* la résine élémi, *icica icicariba ;* l'encens, *Boswellia serrata ;* la résine de jalap, *convolvulus jalapa,* ou *exo-*

gonium purga; la scammonée, du *convolvulus scammonia*; le galipot, du *pinus maritima*; le mastic, du *pistacia lentiscus*; la sandaraque, du *thuya articulata*; la tacamaque, *icica tacamahaca*, etc., etc.

Les résines sont quelquefois associées à des gommes; elles s'émulsionnent alors dans l'eau : telles sont les *gommes-résines* des ombellifères, c'est-à-dire l'assa-fétida, *ferula assa-fœtida*; le sagapenum, *ferula persica*; le galbanum, *bubon galbanum*; l'opoponax, *pastinaca opoponax*; la gomme ammoniaque, *dorema ammoniacum*; la gomme-gutte, *garcinia cambogia*, de la famille des guttifères, qui s'émulsionne aussi avec de l'eau.

Parmi les térébenthines nous signalerons le *copahu*, appelé improprement baume, *copaïfera officinalis*; la térébenthine de Bordeaux, du *pinus maritima*; la térébenthine des Vosges ou de Strasbourg, ou d'Alsace, *larix Europæa*; le baume du Canada, *abies balsamea*, etc.

Le caoutchouc est un produit tiré du suc laiteux de plusieurs arbres appartenant à des régions et à des familles différentes; on le tire du *syphonia elastica*, du *ficus elastica*, du *tabernæmontana elastica*, du *jatropha elastica*, *syphocampylos caoutchouc*.

Le caoutchouc pur est solide, blanc, translucide; sa densité est de 9,024; il est souple, élastique; coupé récemment, les surfaces adhèrent et se soudent; à 0° et au-dessous il se contracte et devient dur, peu adhésif et extensible, mais il reprend ses caractères primitifs de 35° à 40°.

La gutta-percha, qui vient de Singapore, des îles Malaises et de la péninsule de Malaca, est produite par l'*isonandra percha* de Hooker, de la famille des sapotées; elle a la même composition élémentaire que le caoutchouc.

Les corps gras sont des substances liquides, molles ou solides, neutres, insolubles dans l'eau, douces au toucher, tachant le papier, inflammables à une température élevée, solubles dans l'éther et le sulfure de carbone, saponifiables, c'est-à-dire susceptibles d'être transformées par les alcalis en acides gras et en glycérine, qui est aux corps gras ce que l'éther simple est aux éthers composés.

Empiriquement, les corps gras peuvent être divisés en *huiles*, ou corps gras liquides, en *graisses*, ou corps gras mous, en *suifs*, ou corps gras solides, et en *beurres*, ou corps gras odorants.

L'extraction des corps gras peut se faire par diverses méthodes :

1° Par expression à froid ;

2° Par expression à chaud ou par la vapeur d'eau ;

3° Par ébullition dans l'eau ;

4° Par putréfaction ;

5° Par les dissolvants : *alcool*, *éther*, *benzine pétrole*, *sulfure de carbone*, etc.

Au point de vue chimique les corps gras peuvent être considérés comme formés de mélanges en proportions variables d'*oléine*, de *margarine*, de *stéarine*, de *ricinine*, de *palmine*, etc., etc. ; on peut admettre que sous l'influence des alcalis ces principes immédiats se dédoublent en acides gras et en glycérine, et alors on peut les diviser ainsi :

1° Corps gras sur lesquels les alcalis sont sans action (cholestérine) ;

2° Corps gras que les alcalis transforment en acides gras fixes et en glycérine : tels sont l'oléine, la margarine, la stéarine, la ricinine, la palmine, etc. ;

3° Corps gras transformés par les alcalis en acides gras volatils et en glycérine, comme la butyrine, l'hircine, etc. ;

4° Corps gras que les alcalis transforment en acide margarique et en un corps neutre autre que la glycérine, la cétine et la cérine.

L'oléine, qui est liquide, abonde dans les huiles ; la margarine, qui est molle, domine dans les graisses, et la stéarine, qui est solide, est en grande quantité dans les suifs.

Dans une autre théorie on admet que la glycérine et les acides gras préexistent dans les graisses ; alors l'oléine, la margarine, la stéarine, etc., seraient considérées comme des *oléates*, des margarates, et des stéarates de glycérine, et comme celle-ci, telle qu'on l'admettrait dans les corps gras, joue le rôle d'un éther simple, il en résulterait que les graisses, les suifs, les huiles, etc., seraient des *éthers du troisième genre*.

Exposés au contact de l'air, les corps gras en attirent l'oxygène et rancissent, les huiles deviennent épaisses ; aussi les divise-t-on en *siccatives* : *lin*, *chènevis*, *noix*, *noisette*, *œillette*, etc. ; et en *non siccatives* : *olives*, d'*amandes*, de *ricin*, de *madia*, de *colza*, de *navette*, d'*arachides*, etc. Nous reviendrons sur ces huiles en parlant des plantes qui les fournissent.

Les CIRES tiennent pour ainsi dire le milieu entre les résines et les corps gras ; elles sont insaponifiables par la solution de potasse, mais elles le deviennent par la potasse en fusion ; elles sont très-solides,

insolubles dans l'eau et dans l'alcool, mais se dissolvent dans l'éther et les huiles essentielles ; elles sont formées de *myricine*, de *cérine* et de *céroléine*. Certains végétaux produisent des cires analogues à celle des abeilles, tels sont les fruits de divers *myrica*, les *myristica sebifera* et *bicuyba*, le *ceroxylon andicola*, la *canne à sucre*, etc.

Des matières colorantes. — Outre les matières colorantes dont nous avons déjà parlé en traitant de la couleur des fleurs, il en est d'autres qui jouent un grand rôle dans l'industrie : telles sont la *garancine* et l'*alizarine* de la garance, l'*hématine* du bois de Campêche, la *carthamine* des fleurs de carthame, la *brésiline* et la *brésiléine* du bois de Brésil, la *lutéoline* de la gaude, la *quercitrine* du chêne nommé *quercitron*, le rocou du *bixa orellana*, la *santaline* du *Pterocarpus santalinus*, etc. Nous dirons seulement quelques mots de l'*indigo*, de l'*orseille* et du *tournesol*.

L'indigo existe dans plusieurs plantes ; les principales qui en fournissent sont le pastel, *isatis tinctoria* (crucifères), le *polygonum tinctorium* (polygonées), les *indigofera tinctoria*, *argentea*, etc. ; il existe dans ces plantes à l'état d'indigo blanc, c'est par oxydation qu'il devient bleu.

$$\underset{\text{indigo blanc.}}{C^{16}H^{6}AzO^{2}} + O = \underset{\text{indigo bleu.}}{C^{16}H^{5}AzO^{2}} + HO$$

L'orseille est extraite de certains lichens des genres *Variolaria*, *Lecanora*, *Roccella*, *Evernia*, etc. ; la matière colorante ne préexiste pas, elle se produit par l'action de l'ammoniaque sur une matière azotée, l'*orcine*, qui elle-même ne préexiste pas ; elle provient de la décomposition, sous l'influence des alcalis, de plusieurs principes incolores et incristallisables, tels que les acides lécanorique, érythrique, evernique, etc.

Tournesol. — Il y a deux espèces de tournesol ; celui qui est en pains est retiré de certains lichens, et le tournesol en drapeaux est préparé avec le jus de la *maurelle*, *croton tinctorium* (euphorbiacées).

Il résulte des nombreuses expériences de M. le docteur Filhol que les feuilles contiennent, indépendamment de la chlorophylle, du *quercitrin* ou de la *quercetine*, et quelquefois les deux ; on y trouve aussi dans certains cas une petite quantité de la matière colorante jaune des fleurs connue sous le nom de *xanthine*.

Les fleurs rouges, roses ou bleues, sont colorées par de la cyanine

Les fleurs jaunes doivent leur couleur à de la *xanthine*, de la *xanthéine* et de la *croco-xanthine*.

Enfin toutes les fleurs contiennent comme les feuilles du quercitrin et de la quercétine; elles renferment en outre des quantités notables de sucre.

Quand on compare, au point de vue de la richesse en *quercitrin*, les feuilles séchées avec soin et conservées à l'abri de l'air, avec les feuilles de la même espèce, mal conservées, telles que les fournit le commerce de la droguerie, on trouve qu'elles en contiennent beaucoup moins que les feuilles bien conservées; au lieu de principes cristallisables et bien définis, on retire des feuilles mal séchées des matières d'apparence extractive qui sont le résultat de l'altération des principes immédiats primitivement contenus dans la plante.

La même chose a lieu pour les fleurs, elles s'appauvrissent en sucre en se décolorant; les matières colorantes isolées résistent à l'action de l'air et de la lumière (Filhol).

Glycosides. — Certaines substances propres à des plantes diverses présentent pour caractère distinctif de produire de la glycose, lorsqu'elles se décomposent dans certaines conditions, aussi les a-t-on désignées sous le nom de glycosides.

La *salicine* bouillie avec l'acide sulfurique ou chlorhydrique étendu s'assimile les éléments de deux molécules d'eau, et se dédouble en glycose et en *salirétine*.

$$\underset{\text{salicine.}}{C^{26}H^{18}O^{14}} + 2HO = \underset{\text{glycose.}}{C^{12}H^{14}O^{14}} + \underset{\text{salirétine.}}{C^{14}H^{6}O^{2}}$$

La synaptase la dédouble de même; seulement il se forme une substance cristallisable, la saligénine.

$$\underset{\text{salicine.}}{C^{26}H^{18}O^{14}} + 4HO = C^{12}H^{14}O^{14} + \underset{\text{saligénine.}}{C^{14}H^{8}O^{4}}$$

Nous signalerons encore parmi les *glycosides*, la *populine*, du *populus tremula*, la *phloridzine*, du pommier, du poirier, du cerisier, etc., l'*esculine* de l'*esculus hippocastanum*, l'*arbutine*, de *l'uva ursi*, la *phyllirine*, des *phyllirea*, etc., etc.

Des principes inorganiques contenus dans les végétaux. — Nous avons déjà fait connaître ailleurs l'origine des quatre éléments principaux des plantes, c'est-à-dire du *carbone*, de l'*hydrogène*, de l'*oxy-*

gène et de l'*azote*, auxquels il faut ajouter dans certains cas le soufre, le phosphore, etc., qui peuvent faire partie de la molécule organique; mais à côté des matières organiques destructibles par la calcination, on trouve dans les plantes des substances minérales qui restent pour résidu sous forme de cendres lorsqu'on les calcine; c'est l'origine de ces sels qu'il s'agit de rechercher.

Quoique dans les cendres des végétaux on distingue les sels solubles des sels insolubles, il n'en est pas moins vrai que les uns et les autres n'ont pu pénétrer dans les plantes qu'à l'état de solution, et que ce n'est que par des transformations opérées dans les tissus que les sels insolubles ont pu se produire, ou bien ils sont le résultat de la calcination; c'est ainsi que les dépôts de silice que l'on trouve dans les bambous, et l'oxalate de chaux qui existe dans les rhubarbes, ne peuvent être que le résultat de dépôts et de transformations opérés dans la plante elle-même. Enfin, il ne faut pas oublier que tous les sels alcalins et terreux à acides organiques sont transformés par la calcination en carbonates alcalins ou terreux, solubles ou insolubles.

La *chaux* est très-abondante dans les végétaux, mais elle ne peut y exister à l'état de liberté; tantôt on l'y trouve à l'état de sel plus ou moins soluble, *chlorure, azotate, sulfate;* tantôt à l'état insoluble, comme les *malates, oxalates*, etc. Nous ne pensons pas que l'on puisse trouver la chaux à l'état de liberté comme on a prétendu l'avoir constaté dans l'écorce du liége et le bulbe de l'ail; nous éprouvons même une grande répugnance à croire qu'on ait pu la trouver à l'état de carbonate neutre ou acide dans les végétaux parmi lesquels nous citerons les feuilles d'aconit napel, les racines de *polygala senega*, la paille des graminées, etc. Nous pensons, au contraire, que les carbonates ne peuvent pas exister dans les plantes, parce qu'à un moment donné ces sels doivent être décomposés par les acides organiques énergiques, tels que les acides malique, tartrique, lactique, acétique, etc., qui se forment dans les tissus à l'époque de la germination. Nous croyons sans peine, au contraire, que l'on a pu trouver le sulfate de chaux dans les racines de bryone et de rhubarbe, dans l'écorce du *quercus falcata*, le *fucus vesiculosus;* de même que le phosphate dans les racines de pivoine, de nymphéa, de réglisse, le suc de chélidoine, les cellules des *pandanus*, des typha, des orchis; le nitrate dans les borraginées, la pariétaire, l'ortie, etc., et en gé-

néral dans toutes les plantes qui poussent sur les murs et sur les décombres; enfin on a signalé le chlorure de calcium dans les feuilles de tabac, les fleurs de narcisse des prés, etc.

La *magnésie*, plus rare que la chaux, se trouve dans un grand nombre de végétaux à l'état de sels organiques, se transformant en carbonate par la calcination; elle paraît pouvoir se substituer à la chaux et remplir le même rôle; c'est ainsi que dans la belladone (*atropa belladona*) on trouve tantôt de l'oxalate de magnésie, tantôt de l'oxalate de chaux, d'autres fois les deux mélangés; on a encore trouvé la magnésie dans le chanvre, les fruits des céréales, le *salsola soda*; à l'état de sulfate dans le *fucus vesiculosus*; de phosphate dans la bryone, dans la ciguë; de chlorure dans le *cannella alba*.

La *silice*, quoique insoluble, a été constatée dans les tissus des végétaux; elle n'a pu y pénétrer que de deux manières, soit sous la forme de silice gélatineuse, état sous lequel elle est toujours un peu soluble dans l'eau, soit combinée à une base alcaline, formant un silicate qui aura pu être décomposé dans l'intérieur du végétal par les acides organiques formés pendant la végétation, d'où seront résultées les concrétions pierreuses que l'on trouve dans le chaume du bambou, connu sous le nom de *tabaschir de l'Inde* (*tabasheer*), concrétions qui, d'après M. Guibourt, sont formées de silice presque pure, contenant seulement quelques traces de potasse ou de soude; d'ailleurs, la silice paraît toujours s'accumuler dans divers organes ou dans certaines cavités; ainsi les cendres fournies par l'épiderme du bouleau en contiennent 70 p. 100; celles du roseau de Provence, 4,8; celles du chaume du blé, 6,5; l'épiderme du *calamus rotang* en renferme une telle quantité qu'il fait feu au briquet.

La balle du froment donne des cendres renfermant 70 p. 100 de silice; 57 dans celles de l'orge; 18 dans les tiges du maïs; 4 dans les prèles; on en constate aussi la présence dans les feuilles, dans les écorces et dans les racines, mais ce n'est que très-exceptionnellement. C'est ainsi qu'on en trouve 14 p. 100 dans les cendres des feuilles de chêne; 11 dans celles du peuplier; 15 dans l'écorce du mûrier, etc.

L'*alumine* est plus rare dans les végétaux; on l'a trouvée dans la chélidoine, la racine de guimauve, l'absinthe, les feuilles d'olivier.

Les alcalis et les sels alcalins, tels que la potasse et la soude, sont très-répandus dans la nature et existent en grande proportion dans

certains végétaux ; mais les proportions dépendent surtout de la nature du terrain dans lequel la plante a végété. Dans 100 parties de cendres de tiges de fèves en fleur, on trouve 57 de potasse et de soude ; 51 dans celles du fruit du marronnier d'Inde ; 59 dans celles des tiges de maïs ; 12 dans celles de la paille de blé, etc.

En général, on peut dire que les sels de potasse abondent dans les végétaux qui vivent loin des côtes maritimes, tandis que c'est la soude que l'on trouve dans celles qui poussent sur les bords de la mer. On a vu que ces sels pouvaient se substituer les uns aux autres et y remplir le même rôle : on trouve le chlorure de potassium dans l'écorce de winter, la graine de lin, le céleri, l'absinthe, les feuilles de tabac, la fausse oronge, etc.; il est très-abondant dans la betterave, la racine de pivoine, le *polygala senega,* le bulbe d'ail. Le phosphate de potasse a été trouvé dans le fruit du marronnier d'Inde, dans la fève, la pomme de terre, dans les cendres des fruits de céréales (47 p. 100 pour celles du maïs et 32 pour celles du froment); le *nitrate de potasse* est surtout abondant dans les plantes qui végètent sur les murs et les plâtras, telles que les borraginées, la pariétaire, la *linaria cymbalaria*, etc.; mais on a trouvé encore ce sel, et souvent en abondance, dans le céleri, la betterave, le *pareira brava,* le bétel, le souchet comestible, etc.

Les plantes marines, maritimes et des salines, renferment surtout de la *soude ;* elle y existe le plus souvent à l'état de sel à acide organique, *oxalate, acétate,* etc. Les cendres du *salsola soda* renferment de 25 à 30 p. 100 de carbonate de soude, provenant de la destruction par la chaleur de l'*oxalate de soude ;* le *salsola sativa* et le *chenopodium setigerum*, qui servent avec d'autres plantes à préparer les soudes d'Alicante et de Narbonne, donnent des cendres d'où on peut extraire par lexiviation de 14 à 15 p. 100 de carbonate de soude.

C'est encore dans les plantes marines et principalement dans les algues, tels que le *fucus vesiculosus*, le *laminaria saccharina,* etc., que l'on trouve l'iode ; il existe à l'état d'iodure de potassium ou de sodium, mais plus probablement de sodium ; c'est de la cendre des varecs qu'on le retire.

Le *fer* existe dans les cendres de tous les végétaux en proportions variables, mais toujours assez minimes ; on le trouve dans l'indigo du commerce, les pétales de la *rosa gallica,* la racine de bryone, les feuilles d'olivier, les graminées ; sa présence peut avoir de l'influence

sur la coloration des fleurs ; l'hortensia qui végète dans des terrains ferrugineux présente des fleurs bleues ; on obtient la même coloration en arrosant l'hortensia ordinaire avec une solution très-diluée de sulfate de protoxyde de fer, qui est aussi employée avec succès pour donner de la vigueur aux plantes étiolées (Gris).

Le *manganèse*, voisin du fer dans la série chimique, l'accompagne dans toute la nature ; on le trouve en petite quantité dans les cendres du pin, du souci, de la vigne, du figuier, des fruits et pailles des graminées, etc.

Le *cuivre* a été constaté dans les cendres de beaucoup de plantes, où il existe à l'état de sel ; c'est là sans doute l'origine de ce métal que l'on a trouvé dans le corps de l'homme. On a constaté sa présence dans la quinquina, la garance, le café, le froment, etc. D'après M. Sarzeau, les 70 millions de kilogrammes de café qui entrent annuellement en Europe, contiennent 560 kilogrammes de cuivre, et le poids de ce métal contenu naturellement dans le pain consommé en France pendant un an, peut être évalué à 3,650 kilogrammes ; il est vrai que l'on a attribué sa présence dans les graines des céréales, à l'emploi que l'on fait dans certains pays du *sulfate de cuivre*, pour préserver des insectes les grains destinés à l'ensemencement ; mais il existe dans toutes les plantes qui végètent aux environs des mines qu'il forme ; toutefois les sels de cuivre, même en proportions assez minimes, sont des poisons pour les plantes, et elles périssent rapidement lorsqu'on les arrose avec des solutions de sulfate de cuivre au millième.

Outre le chlore, l'iode, le soufre qui peuvent exister dans les plantes à l'état de chlorure, d'iodure et de sulfate, on trouve dans certains végétaux, et principalement dans les *crucifères*, du soufre à un état particulier, formant un élément des matières organiques; c'est à ce soufre que l'on doit attribuer l'odeur de chou pourri ou d'hydrogène sulfuré qui se dégage d'un grand nombre de plantes pendant leur décomposition spontanée. Le phosphore existe à l'état de phosphate de potasse, et surtout de chaux dans presque toutes les plantes; il est indispensable, notamment dans les graminées, pour fournir à la reproduction des os des vertébrés; c'est donc avec raison que le phosphate de chaux a été considéré comme un véritable engrais; on a essayé d'en trouver jusque dans la terre des anciens champs de bataille.

Il est incontestable que les éléments minéraux sont pris aux sols dans lesquels les plantes végètent; aussi a-t-on tiré un grand parti de l'analyse chimique des cendres pour rechercher quelles seraient les substances minérales qui conviendraient le mieux aux plantes cultivées, de manière à les restituer au sol sous la forme d'amendements.

Mais c'est à tort que l'on avait attribué aux végétaux une sorte d'action élective, en vertu de laquelle ils n'auraient absorbé que les éléments minéraux qui leur convenaient; nos expériences nous ont prouvé, au contraire, que les plantes absorbent indistinctement tous les sels, ceux qui leur conviennent comme ceux qui leur sont nuisibles; seulement, avec ces derniers, les végétaux languissent et meurent. C'est ainsi que les solutions arsenicales, celles de chlorate et d'iodate de potasse, d'iodure de potassium, à un et à un demi-millième, font périr rapidement les plantes.

Au contraire, les alcalis organiques, plus ou moins vénéneux pour les animaux, sont absorbés par les plantes sans qu'elles en éprouvent d'action spéciale; il serait même intéressant de rechercher les modifications qu'ils peuvent subir sous l'influence de la végétation.

Les plantes qui végètent dans un sol contenant plusieurs sels absorbent ceux-ci en raison directe de leur solubilité, et la quantité est toujours proportionnelle à celle que contient le sol dans lequel elles ont poussé. On a vu que les feuilles d'un *rhododendrum* qui avait végété dans un terrain calcaire donnaient des cendres contenant 43,25 de carbonate terreux, et 0,75 de silice; celles qui avaient crû dans un terrain siliceux donnaient des cendres renfermant 16,75 de carbonate terreux et 2,0 de silice. Les tiges de la même plante fournissaient des cendres qui renfermaient dans le premier cas 39 de carbonate terreux et 0,5 de silice; et, dans le second, 29 de carbonate terreux et 19 de silice. Toutes les expériences confirment ce fait. Davy, ayant semé de l'avoine dans du carbonate de chaux, ne trouva à l'analyse que très-peu de silice, c'est-à-dire une quantité correspondant à la proportion contenue dans les graines; le grand soleil (*helianthus annuus*), si riche souvent en nitrate de potasse, n'en contient pas lorsqu'on le cultive dans un sol qui en est privé.

L'action vitale des plantes influe beaucoup sur la quantité de matières inorganiques qu'elles contiennent; c'est pourquoi les plantes herbacées en renferment plus que les végétaux ligneux. Tandis que

10,000 parties de cendres de peuplier ne contiennent que 7 de carbonate de potasse, celles d'absinthe en renferment 730, et celles de fumeterre 790.

Les matières terreuses ou alcalines ne sont pas également distribuées dans les différentes parties de la plante : elles se trouvent en général en plus grande abondance dans les feuilles ; viennent ensuite les écorces, l'aubier et le bois; c'est dans les parties herbacées des plantes ligneuses en état de croissance qu'on en trouve le plus. Après les sels alcalins, ce sont les phosphates de chaux et de magnésie qui sont les plus abondants dans les jeunes végétaux; ils diminuent à mesure que la plante avance en âge; l'écorce en contient moins que le bois, et celui-ci moins que l'aubier. C'est le contraire pour la silice, dont il y a d'autant plus, que la plante est plus âgée; presque nulle dans le bois, la silice paraît dans l'écorce, et est à son maximum dans les feuilles. Dans les végétaux à feuilles caduques, la silice ne peut s'accumuler, tandis qu'elle augmente toujours dans les plantes à feuilles persistantes; les feuilles des monocotylédones sont celles qui en contiennent le plus; les sels métalliques des dernières sections sont dans le même cas que la silice : leur quantité est proportionnelle à l'âge des végétaux.

Ainsi, non-seulement la quantité de cendres n'est pas constante pour les végétaux différents, mais encore pour les végétaux d'une même espèce, et même pour les diverses parties d'un même végétal. Les tableaux suivants démontrent suffisamment ce fait.

Quantités de cendres laissées par des végétaux d'espèces différentes.

DÉSIGNATION DES PLANTES.	CENDRES.	
Foin	0.0370	p. 100 de plantes sèches.
Luzerne	0.0890	—
Mûrier	0.0023	—
Pin	0.0076	—
Pommes de terre (fanes)	0.0300	—
Vesces à feuilles pictées	0.1140	—
Salicorne herbacée	0.0094	—

(M. Berthier.)

Fèves (plante et graine)	0.066	p. 100 de plantes séchées à 25°.
Fèves (plante séparée des graines)	0.115	—
Pois portant graines	0.081	—
Maïs séparé des graines	0.084	—
Tournesol portant graines	0.093	—

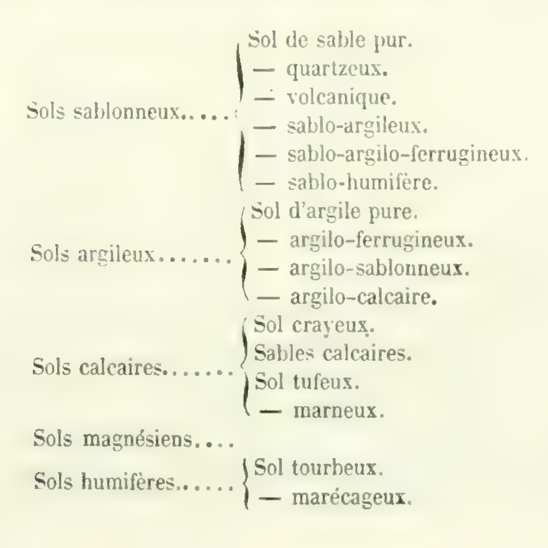
(T. de Saussure.

Quantités de cendres laissées par différentes parties d'un même végétal.

PARTIES DES PLANTES.	NOMS DES PLANTES.				
	Chêne.	Peuplier.	Mûrier.	Pin.	Vigne.
Bois	»	»	0.007	0.0076	0.0389
Écorce du bois	0.0600	»	»	»	»
Tronc	0.0020	0.0080	»	»	»
Écorce du tronc	0.0600	0.0072	0.089	»	»
Branches écorcées	0.0040	»	»	»	»
Liber	0.0073	»	0.088	»	»
Aubier	0.0004	»	0.013	»	»
Feuilles	0.0053	0.0660	»	0.283	»
Fruits	»	»	»	»	0.0042
	(T. de Saussure.)			(M. Berthier.)	(M. Crasso.)

Le sol est formé d'un mélange de plusieurs substances minérales et végétales; le sable, l'argile et le calcaire en font la base, c'est-à-dire l'acide silicique, l'alumine et le carbonate de chaux. Pris isolément, ce sont de très-mauvais terrains de culture; les amendements consistent à donner à la terre l'élément minéral qui lui manque; ainsi tandis que l'on *sable* certains sols, on en *marne* d'autres de manière à leur donner la composition d'une bonne terre franche. Les engrais concourent aussi à modifier la porosité et la nature du sol, mais ils ont plus spécialement pour but de fournir aux plantes des matériaux de nutrition.

D'après la proportion relative de la silice, de l'argile et du calcaire, on a établi la division suivante des sols :



Sols sablonneux : Sol de sable pur. — quartzeux. — volcanique. — sablo-argileux. — sablo-argilo-ferrugineux. — sablo-humifère.

Sols argileux : Sol d'argile pure. — argilo-ferrugineux. — argilo-sablonneux. — argilo-calcaire.

Sols calcaires : Sol crayeux. Sables calcaires. Sol tufeux. — marneux.

Sols magnésiens.

Sols humifères : Sol tourbeux. — marécageux.

Les plantes fabriquent de toutes pièces, et par des transformations successives, les acides végétaux qui se trouvent souvent combinés avec des bases minérales dans les plantes, et d'autres fois avec des bases organiques. Il n'y a pas pour ainsi dire de plante qui ne contienne de l'oxalate de chaux ; il abonde dans les lichens, dans les rhubarbes, la cannelle blanche, la séve du rosier, etc. On trouve des malates alcalins ou terreux dans la racine d'aconit tue-loup, dans les racines de pivoine, de *pareira brava*, de bryone, dans les feuilles de ciguë, les graines d'arachide. Le citrate de chaux a été trouvé dans le suc de la chélidoine, la pulpe d'orange, la pomme de terre, la racine d'azarum, etc. Le tartrate de chaux existe dans les feuilles de séné. On trouve du quinate dans les quinquinas, du gallate dans la racine d'ellébore noir. On a constaté la présence du malate de magnésie dans les racines de réglisse et de bryone, dans les prêles et dans le bois gentil, *daphne mezereum*.

Mais c'est surtout à l'état d'acétate que les bases alcalines et terreuses existent dans les végétaux : il est bien peu de plantes qui n'en contiennent pas ; et si l'on a signalé dans quelques-unes la présence des tannates, gallates, lactates, etc., et même, dans quelques cas, celle d'acides organiques particuliers, il est très-probable qu'ils s'y trouvent simultanément avec d'autres composés ternaires acides, et rien ne démontre que ces acides ne puissent se transformer les uns dans les autres dans la nature organique, comme cela s'effectue dans le laboratoire du chimiste. Cette probabilité de transformation des principes immédiats acides neutres ou basiques les uns dans les autres est surtout très-facile pour les alcalis organiques, qui souvent, en fait de ceux qui appartiennent à la même plante, ne diffèrent les uns des autres que par un ou deux équivalents d'oxygène. Il est certain aussi que la nature organique peut effectuer des transformations, des réductions ou des oxydations que le chimiste n'a pu encore produire, mais dont il saisira certainement un jour le secret.

BOTANIQUE GÉNÉRALE

LIVRE II

ORGANES DE LA VÉGÉTATION

BOTANIQUE
GÉNÉRALE

ORGANES DE LA VÉGÉTATION

CHAPITRE PREMIER

TISSUS ÉLÉMENTAIRES.

L'élément primitif du végétal est la cellule; tout commence par elle. C'est une vésicule ou un petit sac de forme généralement sphérique ou ellipsoïde, à paroi très-mince, perméable par les liquides (Atl. I, Pl. 18, fig. 1 et 2).

On trouve la cellule isolée dans quelques plantes de l'ordre inférieur, les protococcus par exemple (Atl. I, pl. 13, fig. 1), où elle constitue, à elle seule, un être qui vit de sa vie propre, qui se reproduit et meurt, comme un être plus élevé dans le système de l'organisation végétale. Dans d'autres cas, plusieurs cellules sont placées bout à bout, et forment des plantes filamenteuses comme chez les conferves; ou bien encore, une quantité innombrable de celulles se groupent et s'agrégent les unes autour des autres, et constituent des masses de consistance molle, de formes définies, comme les champignons, les algues, les lichens. Mais dans le cas le plus général, on voit s'ajouter à ces cellules, plus ou moins sphéroïdales, d'autres cellules allongées, nommées *fibres* (Pl. 18, fig. 3, 4), et de longs tubes appelés vaisseaux (fig. 5), diversement agencés, avec régularité, et dont l'ensemble constitue le végétal d'un ordre supérieur, comme le poirier, le chêne, le palmier, et toutes les plantes monocotylédones et dicotylédones. De là aussi les dénominations de *végétaux cellulaires* appliquées aux plantes uniquement composées de cellules, et *végétaux vasculaires*, à celles qui offrent dans leur composition des fibres et de longs tubes ou vaisseaux.

La paroi de la cellule n'est pas toujours homogène; elle est généralement tapissée intérieurement par une série de membranes incomplètes qui se recouvrent l'une l'autre, et qui donnent à la cellule des aspects divers; tantôt elle présente des ponctuations arrondies (Pl. 18, fig. 6) ou allongées transversalement (fig. 7); tantôt c'est une ligne spirale (fig. 8) ou des anneaux (fig. 9); d'autres fois, enfin, c'est un réseau à mailles irrégulières (fig. 10).

L'agrégation de plusieurs cellules est appelée *tissu cellulaire*, *tissu utriculaire* et *parenchyme*. Ce tissu est l'élément constitutif de toutes les parties molles des végétaux, comme les fruits, la moelle, etc. Les cellules arrondies composent le tissu cellulaire régulier, c'est-à-dire celui dont les cavités ne sont pas allongées plutôt dans un sens que dans un autre (Pl. 18, fig. 11 et 12); mais, par suite des pressions diverses qu'elles exercent les unes sur les autres pendant leur accroissement, elles perdent leur forme sphéroïdale, et deviennent anguleuses, généralement hexaèdres (fig. 13) lorsqu'elles sont pressées en tous sens. La mousse de savon donne, dans ce cas, une idée très-exacte du tissu cellulaire à cellules anguleuses. Quel que soit cependant le degré de pression auquel les cellules sont soumises, il existe, dans ce tissu, des points où les parois ne se touchent pas, ce qui forme des vides qui ont reçu le nom de *méats intercellulaires* (fig. 12); quand ces vides sont très-grands, comme dans les tiges de papyrus, on les appelle *lacunes* (fig. 17).

Ce sont les cellules ellipsoïdes qui forment le tissu cellulaire à cellules allongées (fig. 14), qu'on rencontre dans certaines parties des végétaux, et qui ont une consistance un peu ligneuse. Enfin il est une autre forme, tout à fait anormale, que présente particulièrement la fève de marais, c'est la forme dite étoilée (fig. 15).

Pendant longtemps, le mode d'union des cellules entre elles a été l'objet de savantes controverses. Malpighi et Grew, les premiers, ont considéré le tissu cellulaire comme un agrégat de cellules munies chacune d'une paroi propre, et unies entre elles par une substance collante nommée *matière intercellulaire*. M. Mirbel a soutenu une opinion contraire : pour lui, le tissu cellulaire est un tissu continu dans lequel les cellules ont toujours une paroi commune qui ne peut jamais être dédoublée; et quand on a cru voir une double cloison, c'est qu'on voyait par transparence les bords de quelque autre cellule. Ces erreurs d'optique sont en effet très-fréquentes

avec les microscopes; on y voit assez souvent ce qu'on veut. Mais depuis que les observateurs ont fait entrer dans les études anatomiques l'usage des réactifs chimiques, il a été positivement constaté que les tissus, en général, sont composés de cavités ou sacs ayant chacun leur paroi. En effet, par la simple ébullition dans l'acide nitrique, on désagrége parfaitement toutes les cellules ou fibres qui constituent un tissu quelconque. On obtient facilement cette désagrégation dans un haricot cuit simplement à l'eau.

On est moins d'accord sur l'origine et le mode de formation des cellules; on sait seulement, et c'est le point de départ commun à tous les auteurs, sans acception de théorie, que l'état primitif du végétal est un liquide qui s'épaissit de plus en plus, devient gommeux et se remplit de points opaques, principes générateurs des cellules, qui persistent alors pendant toute la durée de la vie de la plante, et s'engendrent les unes par les autres. Suivant M. Mirbel, ce mucilage primitif, appelé *cambium*, est l'élément générateur des cellules : il regarde les points opaques qui s'y développent comme des cavités qui augmentent de volume, et forment d'abord un tissu contigu; dès que les membranes qui les unissaient se sont dédoublées, les cellules deviennent indépendantes et constituent le tissu cellulaire. Ce *cambium*, qui remplit l'intérieur des cellules, donne naissance aux générations ultérieures, et c'est ainsi que la vie se continue dans la plante.

D'autres botanistes, avec M. Schleiden, regardent les points opaques qui apparaissent dans la masse gélatineuse, comme des centres autour desquels se déposent de petits grains formant un amas globuleux ou discoïde, ovale et plus grand dans les monocotylédones, arrondi dans les dicotylédones, nommé *nucléus, cytoblaste,* ou germe de la cellule, ou bien encore *phacocyste*, lentille de la cellule (Pl. 19, fig. 18). Sur une des faces du cytoblaste apparaît une ampoule qui se gonfle et forme une vésicule, dans la paroi de laquelle le cytoblaste est enchâssé. Le plus communément le cytoblaste est résorbé; quelquefois il persiste, et la cellule a pris naissance.

La multiplication des cellules a lieu, disent certains botanistes, par la formation de cellules nouvelles dans l'intérieur de la cellule mère, qui se dissout et est remplacée par les jeunes cellules. Pour d'autres, cette multiplication s'opérerait par dédoublement. Une cellule, remplie de matière plastique, se diviserait, par une cloison qui

se forme, on ne dit pas comment, en deux compartiments égaux ou inégaux, devenant alors deux nouvelles cellules; ces deux cellules, s'accroissant, se dédoubleraient à leur tour et continueraient ainsi la multiplication du tissu. L'accroissement du végétal se composerait de cette génération successive de cellules nouvelles, et cette croissance serait si rapide, qu'on évalue à 20,000 le nombre de cellules que le *bovista gigantea* peut produire par minute.

Ces deux modes de multiplication des cellules sont inadmissibles. Dans le premier cas, on devrait toujours trouver de très-petites cellules dispersées entre des cellules plus grandes; et l'observation microscopique montre au contraire le tissu cellulaire formé de cellules ayant toutes, à très-peu près, le même diamètre. Dans le second cas, la cellule, qui constitue par exemple la spore des cryptogames, ne pourrait jamais donner qu'une série de cellules comme dans les conferves; et elle parvient cependant à constituer cette masse de cellules qui l'entoure de toutes parts pour former un bolet. La science est donc impuissante, dans l'état actuel des choses, à faire connaître le véritable mode de multiplication des cellules et d'accroissement des tissus.

On a constaté que les cellules se composent de deux substances : une externe, solide, close, et absorbant à travers son tissu les matériaux propres à sa nutrition; l'autre, fluide, qui en remplit l'intérieur. La première se compose chimiquement de carbone, d'hydrogène et d'oxygène; la seconde renferme de plus de l'azote. La cellule, résumé de la vie de la plante, est un petit organisme ayant une existence propre et indépendante. Elle assimile les matériaux de nutrition qui l'entourent, et les élabore pour les convertir en d'autres substances, ou les rejette quand ils sont impropres à l'entretien de sa vie. C'est par l'effet de la nutrition que les cellules changent de forme, tout en restant constamment imperforées; il se produit à l'intérieur de nouvelles couches incomplètes auxquelles on doit les divers accidents qui varient l'aspect de la cellule, et quand ces épaississements successifs se multiplient, la cellule est obstruée, ou il se forme dans l'intérieur des concrétions (Pl. 18, fig. 16).

Le volume des cellules varie beaucoup et est sans rapport avec la plante : très-grosses dans les conferves, les charas et dans la moelle des malvacées, elles sont très-petites dans les aloès. Pour étudier les cellules, il faut détruire leur adhérence par l'ébullition, ce qui a

lieu très-facilement dans le pétiole de la rhubarbe, dans les fougères et dans les haricots.

Les *fibres* (Pl. 15, fig. 3, 4), de longueur assez variable, sont des cellules toujours allongées et pointues aux deux extrémités. Leurs parois sont épaisses et résistantes, et elles se remplissent peu à peu de matières incrustantes et colorantes ; aussi la section transversale ne présente-t-elle presque jamais de lacunes (fig. 19). La surface des fibres offre souvent les mêmes modifications que les cellules; mais les plus communes sont les ponctuations, qui sont assez grandes dans la famille des conifères, pour qu'on se soit mépris sur leur nature et qu'on les ait regardées comme des pertuis. C'est une des particularités de la structure intime des fibres qui mérite d'être vérifiée, et l'observation en est facile, même avec une faible amplification ; il faut seulement préparer cette fibre avec soin, ce qui ne laisse pas d'être assez difficile.

Malgré le changement de nomenclature qui a fait donner au tissu composé de fibres le nom de *prosenchyme*, lorsque les cellules allongées se terminent par des faces obliques (fig. 18 et 20), et celui de *pleurenchyme*, quand elles sont fusiformes, très-amincies aux extrémités, par lesquelles elles sont contiguës sur une grande longueur, on ne peut voir dans la fibre qu'une transformation de la cellule primitive.

Les *vaisseaux* (Pl. 18, fig. 5) se distinguent des fibres par leur plus grande longueur; ils s'étendent souvent d'un bout à l'autre de la tige d'un végétal : ce sont des tubes à travers lesquels il est possible de passer un cheveu, ce qui prouve leur perforation continue. Dans certains végétaux, le diamètre des vaisseaux est assez gros pour qu'on puisse apercevoir, sur une branche droite d'une certaine longueur, le jour d'une extrémité à l'autre.

Les caractères principaux des vaisseaux sont : une surface presque toujours âpre ou accidentée, ce qui indique des organes plus élevés dans l'échelle de l'organisation que les cellules primitives, et semble prouver que leur tunique est sans doute le résultat de la succession des diverses membranes superposées, qui y ont laissé l'empreinte de leurs spires, d'où le nom de *vaisseaux spiraux* ou *fausses trachées* (Pl. 18, fig. 22, 23). Le second caractère est l'absence de cylindricité de leur calibre intérieur, qui présente des étranglements de distance en distance, ce qui indiquerait que ces mêmes vaisseaux ne

sont que des utricules ou des fibres soudées linéairement; les rétrécissements représenteraient les points de soudure, phénomène morphologique suffisamment mis en lumière par l'examen des végétaux dans leur première jeunesse, où l'on ne voit que des utricules et pas de vaisseaux. La transformation sera leur allongement en fibres, et les vaisseaux leur succéderont. Les étranglements qu'on remarque dans les vaisseaux étaient sans doute, dans l'origine, des diaphragmes ou des cloisons qui ont disparu, et dont les débris sont restés fixés annulairement autour. Quoi qu'il en soit, la formation des vaisseaux est encore un point obscur de l'histoire organogénique des végétaux.

Les *trachées* sont les vrais vaisseaux spiraux; elles se composent d'un tube très-allongé, effilé aux deux bouts, dans l'intérieur duquel s'enroule un fil en spirale continu, comme serait un ressort boudin dans un fourreau (Pl. 18, fig. 21 et Pl. 19, fig. 16 et 17). A l'extrémité de cette trachée vient s'en appliquer une nouvelle, et c'est ainsi qu'elle se continue dans toute l'étendue du végétal. Le fil spiral est d'un blanc luisant, cylindrique ou aplati, qui se déroule quand on l'étire (fig. 24), ou quand on rompt un organe. La distance qui sépare les fils entre eux varie (fig. 24 à 25) : tantot on aperçoit la membrane qui les supporte, tantôt elle est entièrement cachée, et la direction affectée par la spire est en général de droite à gauche. Ce fil n'est pas toujours simple; il est quelquefois double ou multiple, ce qui modifie beaucoup la direction des spires, et l'on voit souvent même une trachée à fil simple dans une partie et double dans une autre, par dédoublement, suivant des lignes parallèles (Pl. 18, fig. 23). On regarde cette modification comme le passage des trachées aux vaisseaux suivants, qu'on appelle *vaisseaux annulaires* (Pl. 19, fig. 1, 2, 3) ou *réticulés* (fig. 4). Ces derniers mériteraient cependant, à plus juste titre que les autres, le nom de *trachées*, parce qu'ils ressemblent, plus que les précédents, à la trachée des animaux.

Si l'on examine avec soin la structure des *vaisseaux annulaires*, on trouve un tube membraneux soutenu à des distances très-rapprochées et sous des angles différents, mais le plus souvent aussi près que possible de l'horizontale, par des anneaux plus épais, ce qui n'empêche pas qu'on ne trouve parfois des lacunes remplies par un fil en spirale qui a perdu, par son adhérence à la membrane qu'il soutient, la faculté de se dérouler. Cette structure explique naturellement leur origine, et démontre que les *vaisseaux annulaires* ne

sont qu'une transformation des trachées, dont les portions de fils qui joignaient les tours de spire les uns aux autres se sont rompues; la portion annulaire restante s'est soudée à un anneau supérieur ou inférieur, et la membrane intermédiaire a été résorbée, ce que semblent indiquer les rapports qui existent entre les anneaux et les fils en spirale, quand une portion en est restée intacte. On ne peut néanmoins pas dire que la nature, qui procède d'une manière plus indépendante, suive servilement cette voie et fasse toujours passer un vaisseau annulaire par un tube en spirale. Le procédé primitif, la génération du tube doit être la même, mais elle ne passe pas par les mêmes phases de développement.

Les *vaisseaux réticulés* (Pl. 19, fig. 3, 4) ne sont que des vaisseaux annulaires dont les anneaux se sont ou rompus, ou ont été dissociés dans leurs différents éléments ; et ce qui prouve que les vaisseaux de ce dernier ordre sont la transformation de ceux que nous venons de décrire, c'est que l'on voit souvent un même vaisseau, annulaire sur un point, réticulé sur un autre. La terminaison ordinaire de ces vaisseaux est en cône effilé.

Les *vaisseaux rayés* (Pl. 19, fig. 5) sont, suivant les observateurs les plus éminents, composés d'un tube doublé d'une tunique intérieure percée de vacuoles linéaires et horizontales, qui, dans certains végétaux, ou sous l'influence de l'âge, deviennent des trous véritables, ce qui leur a fait donner les noms de *pores* ou de *fentes* (fig. 13). Les raies qui s'aperçoivent à la surface de ces vaisseaux ne sont donc que les perforations de la tunique interne, vues par transparence à travers la tunique externe. Ces vaisseaux sont, en général, de longues utricules attachées obliquement les unes aux autres, ou de longues fibres terminées en cône.

Quelques-uns affectent la figure prismatique; dans ces derniers, les raies, limitées par les angles du vaisseau, sont régulièrement superposées comme le seraient les barreaux d'une échelle, ce qui a fait donner à cette variété de vaisseaux rayés le nom de *scalariformes* (fig. 6).

Les *vaisseaux ponctués* (fig. 9, 10, 11), les plus volumineux qui se trouvent dans les végétaux, sont criblés de points disposés sans ordre. La nature de ces vaisseaux est la même que celle des précédents : deux membranes appliquées l'une sur l'autre; l'interne percée à jour, et la translucidité de la membrane externe laissant voir les

perforations de l'autre. Ils ont le plus communément la forme de longues utricules assemblées par le bout, et présentant au point de jonction un repli interne.

Les vaisseaux de cet ordre affectent une modification qui n'est pas sans intérêt. Lorsque les utricules ont un diamètre moindre à leurs deux extrémités, elles s'arrondissent, et les vaisseaux sont composés d'une suite de renflements et de rétrécissements qui les ont fait appeler *vaisseaux en chapelet* (Pl. 19, fig. 10) ; comme ils affectent une forme vermiculaire, ils ont aussi été appelés *vaisseaux vermiformes*; mais ce ne sont que des modifications de la forme génératrice. La structure *moniliforme* est plus apparente dans les ramifications des vaisseaux ponctués qui s'échappent d'un tronc commun.

Tels sont les principaux ordres de vaisseaux qui entrent dans la composition des tissus végétaux et sont les organes essentiels de la vie. Ils paraissent être des transformations de la cellule primitive, avec cette restriction cependant que, suivant le rôle qu'ils sont appelés à jouer, ils affectent sur-le-champ la forme qui doit persister. Ce n'est pas, comme nous l'avons déjà vu, que les vaisseaux, se métamorphosant de proche en proche, ne conservent en partie le caractère de leur forme antérieure; mais ils sont, dès le principe, de structure définie, et ils ne pourraient changer sans une altération profonde dans le mode d'existence de la plante dont ils sont les appareils essentiels de nutrition. Ceci vient de nouveau à l'appui de la théorie de l'evolution ascendante ; car, si nous n'assistons pas à cette transformation dans le même être, nous y assistons dans la série, et nous pouvons, en prenant les végétaux cellulaires inférieurs, remonter de proche en proche jusqu'aux dicotylédones, où nous trouverons les organes arrivés à leur dernière transformation.

Ce qui est vrai pour les végétaux l'est aussi pour les animaux. L'histologie ne peut puiser de lumières que dans la comparaison des tissus, en descendant de l'homme, le plus complexe des animaux, jusqu'aux derniers êtres, dont tous les organes sont composés d'un simple tissu cellulaire remplissant toutes les fonctions. C'est en procédant seulement ainsi qu'on arrivera à avoir une idée précise de la structure du poumon de l'homme. Il faut l'avoir vu dans les batraciens et les ophidiens, où il est réduit à une simple vésicule, pour le comprendre dans les mammifères, où il se compose de cellules multipliées, formant un tissu complexe dont l'observateur constate-

rait difficilement la structure en l'étudiant seulement chez l'être le plus élevé. Il en résulte que l'*être*, tant animal que végétal (et ce n'est pas un mot de l'école ontologique, c'est une expression appartenant à la philosophie positive), se compose de toute l'*animalité* et de toute la *végétalité*. En bas de l'échelle est le point de départ de l'être primitif, et au sommet l'être le plus complexe, dont les organes sont la transformation successive des organes plus simples des êtres au-dessous de lui, sans qu'il soit, dans son évolution, obligé de repasser par toutes ces métamorphoses : il affecte seulement les principales. Après avoir pris le poumon pour exemple, prenons le cœur : à quatre cavités dans l'homme, il arrive à trois, puis deux avec perforation de la cloison interventriculaire, à mesure qu'on descend l'échelle des vertébrés; chez le mollusque, il n'a plus qu'une seule cavité; et, chez l'insecte, ce n'est qu'un simple vaisseau dorsal. Il en est de même du cerveau, qui fait le désespoir des anatomistes, et dont les nombreux éléments, si difficiles à étudier dans l'homme, se réduisent à un petit nombre de ganglions distincts et isolés, comme cela se voit chez les poissons.

Il ne faut donc jamais, en étudiant un organe, anatomiquement surtout, croire le connaître si on ne l'a poursuivi dans toute la série.

Nous mentionnerons brièvement un ordre particulier de vaisseaux dans lequel on a découvert une circulation véritable; ce sont ceux qui renferment les sucs propres élaborés par le végétal, et qu'on a nommés *vaisseaux laticifères* ou charriant le *latex*, ou plus simplement, *vaisseaux propres* (Pl. 19, fig. 8, 12). Ils diffèrent des précédents en ce qu'ils s'anastomosent entre eux de manière à former un véritable réseau, n'ayant pas partout un diamètre absolument égal, mais différant néanmoins fort peu, et présentant des enflements accidentels ou persistants. Ils affectent trois modifications principales : ils sont *articulés*, quand ils sont composés de cavités séparées par des articulations; *renflés*, quand ils présentent des gonflements dans leur trajet; et *contractés*, quand ils sont dans leur état primitif, que la tunique qui les compose n'a pas subi de modifications, et ne s'est pas, de continue qu'elle était, convertie en utricules séparées.

Ici se termine l'histoire du développement des organes élémentaires des végétaux : il reste à examiner quelques autres problèmes dont la solution n'est peut-être pas arrivée à sa perfection.

Les cellules, dans leur jeunesse, sont remplies d'un liquide inco-

lore, excepté celui de l'écorce, qui est quelquefois brunâtre, et celui des tiges, des feuilles, des corolles et des fruits, qui est le plus souvent coloré. Elles renferment encore, outre les huiles, les résines, les fécules (Pl. 19, fig. 19, 20 et 21) et autres substances dont il a été parlé dans la chimie organique, des faisceaux de corps aciculaires d'une grande ténuité, qu'on a appelés *raphides* (fig. 23), d'un mot grec signifiant *aiguille*. Ces raphides sont contenus dans des cellules plus volumineuses que les autres, et se trouvent dans les *lemna*, les feuilles des *muscari*, les *arum*, les rhubarbes (fig. 22) et dans un grand nombre d'autres végétaux. Le tissu cellulaire des *caladium* en contient d'une structure particulière, auxquels M. Turpin, qui les a étudiés, a donné le nom de *biforines*, parce qu'ils semblent contenus dans un tube percé aux deux extrémités. Les *raphides* paraissent être des cristaux aciculaires; les autres cristaux ont des figures régulières dans lesquelles on peut reconnaître leur système normal de cristallisation. La *chlorophylle*, ou matière verte, est commune à toutes les cellules, et s'y trouve sous forme de granules tantôt flottant librement dans le liquide que renferme la cellule, tantôt adhérant à ses parois. On la trouve dans les cellules remplies de substances diverses qui méritent d'être étudiées, car l'histoire des tissus végétaux est très-obscure sur plus d'un point.

Après avoir fait connaître la structure des éléments qui entrent dans la composition des tissus du végétal, donnons un aperçu rapide des propriétés générales qui président à sa vie. Elles sont de deux sortes : les propriétés des tissus et les propriétés vitales.

Propriétés des tissus. — Outre les tissus que nous avons étudiés dans leur structure propre, et qui constituent la trame végétale, il y a dans les plantes des éléments de deux natures particulières qui concourent à l'entretien de leur vie : les fluides servant à leur nutrition, et les matières plus ou moins solides déposées dans la trame des tissus et servant soit à leur accroissement, soit à l'élaboration des fluides particuliers à diverses espèces. Le tissu n'est donc que l'appareil, et les fluides sont les éléments qui servent à l'entretien de la vie végétale. Tous les tissus sont doués de propriétés physiques qui leur sont communes avec tous les corps répandus dans la nature, qu'ils soient organiques ou inorganiques, et sont soumis aux lois générales de la matière, sans obéir à celles plus particulières de la vie : ce sont l'*extensibilité*, l'*élasticité* et l'*hygrométricité*.

La première propriété est l'*extensibilité*, en vertu de laquelle les végétaux prennent de l'accroissement en s'étendant dans toutes leurs dimensions; mais elle n'a pas une durée illimitée. Quand les molécules étrangères se sont accumulées dans les mailles du tissu, l'organe cesse de s'étendre, passe à l'état d'inertie; et, quand il y a cessation absolue d'extensibilité, la mort ne tarde pas à frapper un organe qui n'appartient plus à la nature vivante. On voit l'écorce des arbres crevassée en tous sens par la diminution de son extensibilité, et chaque organe, quand il a acquis tout son développement, se gercer ou rompre son enveloppe, qui n'est plus susceptible de s'étendre.

L'*élasticité* est la propriété par laquelle chaque membrane, chaque organe, reprend la place qu'il occupait primitivement, après en avoir été dévié par une force mécanique. On ne change pas à volonté la direction d'une branche ou d'une feuille, on ne recourbe pas le tronc d'un jeune arbre ou la tige d'une plante, sans qu'il revienne sur lui-même et reprenne sa position première. Dans l'état naturel, les filets staminaux, les anthères, les pétales, mais surtout les péricarpes, sont doués d'une élasticité très-remarquable, les étamines du *kalmia*, couchées dans les fossettes de la corolle, se redressent pour s'appliquer sur le pistil et retombent après la fécondation; les loges pollinifères de la pariétaire s'ouvrent par élasticité et lancent leur pollen; les capsules des balsamines lancent leurs graines par un mouvement élastique de leurs valves; mais, dans ces dernières, une fois le ressort débandé, il ne revient plus sur lui-même.

L'*hygrométricité* est la propriété dont jouissent, à un certain degré, les corps organiques et inorganiques, qui se saturent des particules aqueuses dont l'air ambiant est chargé. Dans les végétaux, les tissus secs et scarieux, les poils de l'aigrette des composées, les barbes des graminées, les dents du péristome des mousses, les membranes des laminaires et des ulves, l'*anastatica hierochuntica*, se contractent ou s'enroulent en spirale par la sécheresse, et se dilatent par l'humidité; les tissus herbacés ou ligneux qui sont encore mous et spongieux jouissent de la même propriété, et se renflent par l'action des particules aqueuses. Suivant la nature des tissus, l'humidité produit la dilatation ou la contraction, sans que le phénomène change de nature; ce sont de simples modifications d'une même influence.

Les trachées, soumises aux alternatives de la sécheresse et de l'humidité, se contractent et se déroulent comme le ferait un ressort en spirale par l'effet d'une action mécanique. L'hygrométricité n'est pas une action vitale, c'est un cas particulier de capillarité; mais, dans cette circonstance, l'imbibition produit le phénomène sans qu'on puisse, comme dans la capillarité proprement dite, suivre le trajet du liquide dans les pores ou les canaux de la plante. La propriété hygrométrique ou hygroscopique de certains végétaux est bien plus sensible que celle des membranes animales; ainsi, tandis qu'un cheveu s'allonge ou se contracte de 8 millimètres, un *laminaria saccharina* présente une différence de 170 millimètres, en plus ou en moins.

Nos connaissances actuelles ne nous permettant pas de dire ce que c'est que la vie, on a donné à cet agent mystérieux le nom de *force vitale*, sans qu'on en ait pénétré le secret. On a essayé d'en donner des définitions qui sont ou incomplètes ou inexactes, parce qu'elles ne se rapportent qu'à des faits particuliers, et non à un fait général, et l'on en revient toujours à une simple pétition de principe. La vie est un principe unique qui anime aussi bien l'être simple, comme les conferves ou les vauchéries, parmi les végétaux, et les monades parmi les animaux, que le chêne ou l'homme au sommet de l'échelle organique. On peut même dire que, dans les êtres simples ou complexes, chaque cellule est un résumé de l'être tout entier, et qu'elle jouit des propriétés qui entretiennent en elle la vie indépendante, avec cette différence que son importance est d'autant plus subordonnée que l'être est plus élevé. Pour que la définition de la vie soit exacte, il faut qu'elle s'applique à toute la série des êtres. Treviranus, Bichat, Humboldt, définissent la vie : la force qui résiste à la destruction; Kant, préoccupé de l'homme seulement, la fait résider dans la volonté; d'autres, dans l'irritabilité; Sprengel et les philosophes naturalistes, dans la lutte entre *être* et *agir*, et beaucoup d'autres, dans la circulation des fluides dans les organes. Si l'on ne considère que la vie organique, et c'est la seule qui doive nous occuper, la vie sensitive et la vie active ou de relation étant de simples modes de la première, on peut dire que c'est la force indépendante des lois mécaniques et chimiques, en vertu de laquelle des fluides empruntés aux agents ambiants pénètrent dans les tissus des corps organisés par intussusception, y circulent et y sont admis à la loi d'assimilation par

suite d'un échange non interrompu entre l'être vivant et le monde extérieur. Quelle que soit la définition qu'on donne de la vie, on la trouve une dans tout le monde organique : elle a pour instruments les organes, et se manifeste de mille manières suivant le mode d'agrégation des molécules animées. Ce n'est que dans l'échelle inférieure de l'animalité que chaque lambeau de tissu, chaque molécule jouit d'une existence presque indépendante, car l'être complexe semble composé d'un agrégat de myriades de molécules soumises à une loi commune. Dans le règne végétal, il en est autrement : la vie est répandue partout avec plus d'unité, et l'on peut dire que, même dans les dicotylédones, on peut, avec un fragment herbacé, obtenir un individu nouveau. On admet dans les végétaux trois propriétés distinctes, qui ne sont, au reste, qu'une seule et même propriété, transformée et exaltée : ce sont l'*excitabilité*, l'*irritabilité* et la *sensibilité*.

L'*excitabilité* est la propriété première et fondamentale qui constitue l'essence primitive de la vie organique; c'est elle qui la fait résister aux agents de destruction qui désagrégent les corps inertes, et qui permet au végétal d'accomplir ses fonctions et de se développer pendant la période fixée pour la durée de sa vie. C'est en vertu de l'excitabilité que les végétaux font un échange continuel avec les agents ambiants, tels que l'air, la chaleur, la lumière, l'électricité même, dont le rôle est encore obscur, et qu'ils parcourent leur période de vie. L'ascension de la séve n'est pas une simple imbibition; l'élaboration des sucs propres n'est pas une action qui puisse se soustraire à l'action vitale; en un mot, dans le plus petit et le plus inaperçu des végétaux, l'*excitabilité* est la loi en vertu de laquelle il manifeste son existence.

L'*irritabilité* est un phénomène particulier, tandis que l'excitabilité est un phénomène général; mais il n'existe pas chez les végétaux au même degré que chez les animaux, et on ne l'aperçoit clairement que dans un petit nombre de plantes. La plupart des *mimosa* manifestent une irritabilité très-apparente quand on en touche même légèrement les feuilles; les lobes étalés du stigmate des *mimulus* se redressent au moindre attouchement et s'appliquent l'un contre l'autre sans qu'on puisse leur faire reprendre la position première, les poils glanduleux qui bordent les feuilles du *drosera* se couchent dès qu'on les irrite; les étamines de l'épine-vinette se jettent brus-

quement sur le pistil quand on en titille la base. La feuille de la dionée se replie longitudinalement sur elle-même, comme deux feuillets d'un livre, quand un insecte vient s'y reposer, et avec une telle rapidité que l'animal se trouve pris; elle ne reprend sa position normale qu'à la mort de l'insecte, parce que les mouvements irritables cessent seulement avec sa vie. L'action des acides produit sur les sensitives le même effet que l'attouchement, et il est évident qu'ils développent le même phénomène chez tous les végétaux irritables. On voit que cette propriété n'est qu'une excitabilité exaltée, et non pas, comme dans les tissus animaux, leur propriété fondamentale.

La *sensibilité* est une propriété bien obscure et très-controversée quand on l'applique au règne végétal; on n'a pas encore pu constater chez le végétal une action qui soit le résultat de la sensibilité : ce serait un mode de la volonté qui ne se trouve manifestement que dans le règne animal, bien que les êtres inférieurs soient dans un état voisin de l'apathie qu'on reconnait dans le règne végétal. La seule raison qu'on fasse valoir pour démontrer que cette propriété existe dans les plantes, c'est que les poisons charriés dans leurs tissus les tuent en développant une série de phénomènes analogues à ceux qu'on remarque chez les animaux. Ainsi, l'opium ralentit l'action de la vie et agit bien évidemment sur les centres vitaux, en détruisant la contractilité; mais tous ces phénomènes, aussi bien d'irritabilité que de sensibilité, ne sont que de simples modes de l'excitabilité, la seule de ces propriétés qu'on retrouve identique dans tous les végétaux. On doit, au reste, avouer que dans la physiologie végétale il règne encore tant d'incertitude, que l'on ne peut en tirer les mêmes lumières que de la physiologie animale.

CHAPITRE II

TYPE IDÉAL DU VÉGÉTAL

Avant de faire connaître dans leurs détails intimes les différentes parties qui concourent par leur réunion à former le végétal, il importe, pour qu'une idée d'ensemble fasse connaître ce que c'est qu'une plante, et de quelles parties essentielles elle se compose dans son état parfait, de présenter une plante-type servant d'idéal en montrant la métamorphose successive de la feuille pour en former les différentes parties, de sorte qu'on ne distingue que deux organes : l'organe axille ou axe, et l'organe appendiculaire porté par l'axe.

Nous empruntons à M. Schleiden le type qu'il a figuré (Pl. 20).

La graine, déposée dans le sol, brise son enveloppe et plonge dans la terre une partie conique ayant pour fonction de fixer la plante et de recueillir les matériaux de nutrition : c'est la radicule, qui devient, en se développant, une racine entourée de racines plus petites ou radicelles. Elle a pour propriété de plonger dans le sol, quand elle est, comme à son origine, la racine du bourgeon primitif; car, dans les bourgeons postérieurs, elle pénètre dans la substance même de la plante. Au-dessus de la racine, avant le bourgeon, est le collet; système indifférent, intermédiaire entre la racine et la tige, au-dessus duquel apparaît un petit corps cylindrique, qui est le rudiment de la tige : c'est le bourgeon primitif, composé de feuilles rudimentaires soudées dans leur partie inférieure; il en résulte que la tige se compose de la base des feuilles, des racines, des bourgeons et du tissu cellulaire, qui en remplit toutes les cavités; de chaque côté s'étalent les deux valves de la graine ou cotylédons, qui doivent servir au premier développement du végétal, et font l'office de mamelles fournissant à la jeune plante sa première nourriture. Au centre se développent les premières feuilles, qui naissent d'un bourgeon central; depuis la première foliation jusqu'à la floraison, c'est de nœud en nœud la répétition des mêmes phénomènes; mais les bourgeons deviennent latéraux pour former les organes appendiculaires; car, outre le bourgeon terminal qui sert à l'élongation de la plante, il se déve-

loppe, dans l'aisselle des feuilles, des bourgeons axillaires, destinés à devenir des rameaux. Arrivé au terme de son développement, le bourgeon terminal devient fleur, et c'est dans l'aisselle de la feuille florifère qu'apparait le bouton. Les feuilles changent alors de figure et de fonction, et forment une première enveloppe florale, qui est le calice ou premier verticille ; en dedans de celui-ci, des feuilles plus transformées forment un second verticille, appelé la corolle, mais d'un tissu différent et presque toujours coloré ; un troisième verticille, de figure plus différente encore, est le premier organe de la fécondation, naissant dans l'aisselle du pétale ; ce sont les étamines, composées d'un filet qui supporte une masse ellipsoïde à deux loges renfermant le pollen ; le quatrième verticille est le fruit qui se compose de feuilles séminifères formant le péricarpe, et au centre, un cinquième verticille, qui est le placenta, portant les graines qui servent à la reproduction de la plante. La vie du végétal est donc un cycle qui reproduit les mêmes phénomènes, et perpétue ainsi à la surface de la terre la nature vivante. Il y a cinq phases évolutives pour le développement de la plante depuis la germination jusqu'à la floraison, qui présente à son tour cinq phases d'évolution jusqu'à la perfection de la semence.

Telle est l'idée du végétal le plus complexe, celui qui réunit l'ensemble des organes appartenant aux êtres les plus parfaits du règne végétal ; il nous reste maintenant à étudier séparément chacune des parties qui le composent, en l'envisageant sous un triple point de vue : 1° le caractère extérieur; 2° la structure; 3° la fonction.

CHAPITRE III

RACINES.

Dans l'acception vulgaire du mot, on appelle *racines* les parties de la plante qui sont plongées dans le sol ; mais en botanique on réserve ce nom pour l'appareil qui ne présente ni renflements vitaux destinés à donner naissance à des organes latéraux ou appendiculaires, ni bourgeons ; ses ramifications sont, au contraire, toujours disposées dans un ordre irrégulier ou asymétrique. Les racines, fixées dans le sol, y font descendre leurs ramifications de haut en bas.

Lorsque les racines commencent à se développer, c'est une espèce de pivot qui descend dans le sol comme un prolongement inférieur de la tige. Elles sont composées d'un corps ou pivot, et de ramifications garnies de fibrilles ou radicelles, qu'on connaît plus généralement sous le nom de *chevelu*, dont l'extrémité est munie d'un petit renflement celluleux appelé *spongiole*. On ne trouve sur les racines ni stomates, ni lenticelles ; mais quelquefois des espèces de poils formés d'une seule cellule, ou unicellulés, et par lesquels se ferait la véritable absorption des liquides puisés dans le sol.

Elles sont, comme les plantes qu'elles nourrissent, annuelles, bisannuelles ou vivaces ; quant à la direction, on les dit : *pivotantes*, quand elles plongent, dès leur origine, perpendiculairement dans le sol ; *obliques*, quand elles dévient de la ligne droite ; *horizontales*, lorsqu'elles sont parallèles au sol, et *descendantes*, lorsqu'après avoir été horizontales, elles s'infléchissent et plongent leur pivot perpendiculairement dans la terre. Il s'en faut beaucoup que ces directions soient absolues ; on en voit qui, tout en suivant cette direction, sont courbées, flexueuses ou contournées ; mais il y en a un grand nombre d'absolument droites.

Elles sont simples quand elles présentent un seul corps accompagné de fibrilles peu nombreuses et fort courtes, comme dans la carotte (Pl. 21, fig. 3). On distingue le *collet*, qui établit la ligne de démarcation entre la tige et la racine ; mais cette ligne est difficile à

fixer. C'est un plan idéal que les uns placent à la partie de l'axe végétal qui correspond au niveau du sol, et que les autres voient partout où partent les deux systèmes, descendant ou ascendant, pour s'accroître en sens inverse. En horticulture, on appelle *collet* la partie de la racine qui avoisine la surface du sol, et de laquelle naissent les nouvelles tiges et bourgeons ; le *corps* de la racine est la partie située au-dessous de ce collet ; les *radicelles*, les extrémités amincies du corps de racines.

Les racines *aériennes*, très-communes dans les monocotylédones et beaucoup plus rares dans les dicotylédones, sont celles qui naissent à la surface des tiges, souvent aux points où sont les nœuds vitaux, comme dans le *tecoma radicans*, la vigne vierge, le *clusia rosea*, les *cactus*, le *ludovica funifera*, le figuier des pagodes et le *pandanus*. On remarque dans la cuscute, que la racine vraie, ou terrestre, périt bientôt, et que la plante ne vit plus que par des suçoirs qui adhèrent aux végétaux voisins et y puisent leur nourriture. C'est au moyen de ses racines aériennes que le cipo matador, qui s'élève à une grande hauteur, s'enlace autour des arbres qui sont dans son voisinage et se soutient dans sa position verticale. Les racines aériennes du cipo d'Imbé pendent jusqu'à terre comme des cordes ; les mangliers sont dans le même cas : ils laissent pendre des racines aériennes longues de 3 mètres, qui pénètrent dans le sol.

Dans les parasites, comme le gui, les racines ne sont pas aériennes, elles pénètrent dans la partie ligneuse de l'arbre qui porte la plante, comme celles des végétaux plongent dans le sol. La clandestine vit comme la cuscute : elle commence par une racine terrestre et ne développe qu'après ses racines meurtrières, qui pénètrent jusqu'au vieux bois.

Considérées sous le rapport de la forme, les racines, quoique le plus communément coniques, présentent de nombreuses variétés de figure : elles sont *napiformes* ou en *toupie*, quand la partie supérieure, large et arrondie, se termine brusquement en pointe ; le navet en offre un exemple (Pl. 21, fig. 2) ; *coniques* dans la carotte ; *fusiformes* dans la rave (fig. 1), *fibreuses*, lorsqu'elles ont un corps droit garni de radicelles (fig. 4 et 5) ; *capillaires*, quand les fibrilles qui les composent, comme dans le lin, sont fines et nombreuses ; *chevelues*, lorsque ces mêmes fibrilles forment une sorte de touffe

très-épaisse, comme dans les bruyères; *contournées* dans la bistorte, où on les voit affecter différentes courbures; *bifurquées* dans le ginseng; *tuberculeuses*, quand elles sont renflées, arrondies, ou qu'elles sont charnues et peuvent, par leurs divisions, donner naissance à d'autres individus, comme le dahlia; *didymées* dans certains orchis (Pl. 21, fig. 13), dont les racines sont composées de deux tubercules ovoïdes; *palmées* ou *digitées*, c'est-à-dire en forme de main (fig. 14), ainsi que le montrent certains orchis; *fasciculées*, ou composées de tubercules en faisceau, dans l'asphodèle rameuse et la ficaire (fig. 6); *funiformes*, ou en cordes, dans le *pandanus*, le *dracæna*; *grumeuses*, quand les fibres, courtes et charnues, sont entrelacées, comme on le voit dans l'*ophrys nidus-avis* (fig. 11); *moniliformes*, quand les tubercules sont séparés par des étranglements comme les grains d'un chapelet, ce que présentent le *spiræa filipendula*, l'*apios* (fig. 9 et 10); *carénées*, exemple fort rare, puisqu'on ne connaît qu'une seule plante, le *polygala senega*, dont la racine offre un côté anguleux ou en carène.

Le volume des racines est encore très-variable et ne répond pas toujours à la taille de la plante, bien qu'en général, dans les grands végétaux, le volume soit en rapport avec celui des branches; mais les exceptions sont assez nombreuses. Tandis que les palmiers et les arbres résineux ont de petites racines, les géraniers les ont disproportionnées avec leur taille; le *tamus elephantipes* l'a énorme; les luzernes ont des racines si longues, qu'on a beaucoup de peine à en débarrasser le terrain dans lequel elles ont crû; celles de la bryone, dont les tiges sont grêles et grimpantes, acquièrent le volume d'une grosse betterave. Les plantes grasses et charnues ont des racines qui semblent ne leur servir que de base de sustentation, et les feuilles paraissent en remplir les fonctions.

Quant à la surface, elles sont *lisses*, *ridées*, *tuberculeuses*, ou *annelées*.

Sous le rapport de la couleur, elles varient beaucoup : elles sont noires dans l'ellébore, brunes dans le doronic, rouges dans la renouée, rousses dans la valériane celtique, jaunes dans la chélidoine, blanches dans la courge bouteille, le raifort, le navet, etc.

Sous le rapport de la consistance, elles sont *charnues* dans la betterave, *molles* dans la pivoine, *ligneuses* dans les grands végétaux, *creuses* dans la corydale bulbeuse, *solides* dans la plupart des plantes.

Elles sont également gorgées de sucs, de nature et de propriétés différentes, suivant les familles : *âcres* et *huileux* dans les euphorbes, *nauséeux* dans les pavots, *résineux* dans la bryone, *sucrés* dans la réglisse.

Quoique la plupart des racines soient presque inodores, il y en a qui sont douées d'odeurs très-pénétrantes. Le carvi les a *aromatiques ;* dans l'ache des marais, l'odeur est *nauséeuse;* elle est *narcotique* dans le chanvre, *fétide* dans le robinier, la mandragore, etc.

Les *végétaux acotylédones* de l'ordre inférieur, tels que les nostocs, les conferves, n'ont pas de radicelles; ces végétaux absorbent et se nourrissent par leur surface. On trouve, dans les algues et certains lichens, des racines crampomantes, expansives, délicates, qui servent moins à les nourrir qu'à les fixer aux corps voisins. Dans les végétaux acotylédones vasculaires, les racines sont fibreuses; elles sont capillaires dans les acotylédones cellulaires. Certaines espèces de mousses n'ont de racines que dans leur jeune âge; lorsqu'elles ont acquis tout leur développement, les racines disparaissent entièrement. Dans les *monocotylédones*, elles sont communément fasciculées, fibreuses, et l'on y trouve plus rarement des racines simples, bien que dans les mélanthacées, les dioscorées, les hypoxilées, les orchidées, on trouve des racines tubéreuses, qu'il ne faut pas confondre avec les rhizomes, ou tiges souterraines, très-communes dans les végétaux de cette classe. Les *dicotylédones* présentent la plus grande variété de forme dans leurs racines, qui sont, comme il a été déjà dit, plus généralement pivotantes et coniques.

ANATOMIE DES RACINES. — Un des caractères propres à la racine est de manquer de moelle, et, par conséquent, d'étui médullaire. Les vaisseaux et les fibres qu'on y trouve sont analogues à ceux des tiges, à l'exception des trachées qui manquent absolument; mais on y rencontre des fausses trachées, ou trachées non déroulables qu'il ne faut pas confondre avec les vraies trachées (Pl. 22, fig. 10, 12, 13). Le tissu cellulaire y est identique à celui de la tige, et souvent gorgé de sucs propres ou de fécule. L'épiderme est dépourvu de stomates, et le tissu cellulaire qui entre dans sa composition est peu différent de celui qui en constitue le corps ; on y remarque des prolongements unicellulés qui ressemblent à des poils et qui se trouvent sur le corps des racines (fig. 9, 13); tout à fait au bout de chaque radicelle est un petit renflement à peine sensible, appelé *spongiole*, et qui est un

des appareils d'absorption (fig. 8). Les spongioles des racines sont essentiellement composées de tissu cellulaire lâche à cellules arrondies ou ovales et non recouvertes par une couche de cellules épidermiques.

On trouve, dans les trois grandes classes du règne végétal, la reproduction de la loi d'ascendance : les racines des acotylédones sont purement utriculaires dans les cryptogames cellulaires ; et, dans les vasculaires, on remarque un axe fibro-vasculaire, correspondant à l'organisation de la tige. Celles des monocotylédones ont une structure semblable à celle de la tige. Dans les petites racines, on trouve les vaisseaux réunis souvent en un seul faisceau, et formant comme un axe entouré d'une masse cellulaire. Dans les racines plus grosses, les vaisseaux sont plus nombreux, mais, en augmentant en nombre, ils décroissent en diamètre à mesure qu'ils passent du centre à la périphérie. Au centre sont les vaisseaux ponctués; à l'extérieur on trouve des vaisseaux scalariformes, et chaque vaisseau est entouré de tissu fibreux. C'est dans la masse cellulaire que se trouvent les vaisseaux propres.

Dans les dicotylédones, les dissemblances entre la structure de la racine et celle de la tige sont plus grandes : on ne trouve, dans la racine, ni moelle, ni étui médullaire, ou, si elle se prolonge de la tige au delà du collet, comme cela se voit dans certains végétaux ligneux, ce n'est qu'une exception. L'axe de la racine est donc dépourvu des trachées déroulables qui se rencontrent dans la tige.

Fonctions des racines. — La racine a deux fonctions, qui sont également importantes dans la vie du végétal : elle lui sert de base de sustentation et d'appareil absorbant. C'est par l'extrémité de ses radicelles, par ses spongioles et ses poils épidermiques qu'elle absorbe les éléments de nutrition liquides répandus dans le sol; les liquides traversent les parois des cellules en vertu d'une loi appelée *endosmose*, fondée sur la tendance des liquides à se mettre en équilibre quand ils sont séparés par une membrane perméable. Ainsi, quand deux liquides de densité différente sont séparés par un diaphragme perméable, il s'établit un double courant de dedans en dehors et de dehors en dedans, jusqu'à ce que les liquides qui se trouvent des deux côtés du diaphragme soient en équilibre, c'est-à-dire que la densité en soit égale. Les cellules radiculaires contenant un liquide de densité supérieure à celle de l'eau dont la terre est imbibée, il

s'établit un courant continu qui fait sans cesse passer dans les cellules le liquide extérieur, et le charrie de proche en proche dans tout l'appareil de nutrition. Ce n'est pas de l'eau pure seulement qu'absorbent les racines, car ce liquide serait impropre, non pas à l'entretien de la vie, puisqu'on a conservé pendant huit ans des végétaux ligneux dans de l'eau distillée, mais à leur développement, ce que prouve le peu d'accroissement pris par ces mêmes végétaux. Il faut donc, pour que l'évolution ait lieu, que le fluide absorbé par la racine contienne en dissolution des principes gazeux ou des sels.

Les extrémités radiculaires ou spongioles, étant les véritables organes d'absorption, sont dépourvues de toute enveloppe épidermique, et leur fonction s'exerce tant que dure le cycle de la végétation. C'est par suite de cette vitalité des spongioles, que l'accroissement en longueur de la racine a lieu uniquement par les extrémités. Dans leur activité fonctionnelle, les racines n'absorbent que les liquides et les matières solubles capables d'arriver à un état complet de combinaison avec l'eau ; mais toutes celles qui sont en simple état de suspension ne sont pas absorbées. C'est pourquoi les solutions colorées ne sont pas charriées dans les vaisseaux de la plante. Une fois le liquide nourricier admis dans les cellules radiculaires, il est poussé de proche en proche vers le collet, et de là il passe dans la tige et fournit la sève ascendante. Quant au mode de circulation, il est encore obscurément connu ; seulement, il est vraisemblable que par l'effet de la contractilité propre aux tissus vivants, et par suite du concours des deux phénomènes d'hygroscopicité et de capillarité, les liquides absorbés par les spongioles pénètrent dans les méats intercellulaires, les vaisseaux, et sont transportés très-rapidement jusqu'au sommet des plus grands arbres.

Malgré leur position, les racines sont soumises à l'influence de l'air atmosphérique ; c'est pourquoi les végétaux souffrent quand les racines sont trop enterrées, ou qu'elles plongent dans les eaux stagnantes. Il est évident que la présence de l'oxygène est nécessaire à leur vie, comme l'ont prouvé les expériences de Th. de Saussure.

On attribue aux racines une autre fonction, qui n'est encore fondée que sur une théorie et qui présente néanmoins quelques caractères de probabilité : ce serait de rejeter au dehors les matériaux devenus impropres à la nutrition, et qu'on appelle excrétion. La sève, après avoir parcouru toute la plante et y avoir porté la vie, serait, comme

le sang veineux, dépouillée de toute propriété alibile, et redescendrait dans les racines pour être rejetée au dehors par les radicelles. On regarde comme des excrétions végétales, le mucilage qui se trouve à l'extrémité des racines. On sait que le *cnicus arvensis* fait périr l'avoine, que l'*erigeron acre* et le *lolium temulentum* sont un fléau pour les céréales, que le pavot coquelicot et la scabieuse des champs sont funestes aux plantations de lin. Ces faits sembleraient prouver que ces végétaux déposent dans le sol des matières excrétées qui exercent sur les autres une influence délétère, jusqu'à ce que ces principes, décomposés à leur tour, aient perdu toute propriété. On explique l'effritement du sol par l'épuisement que causent les végétaux qui ont donné leurs produits et l'ont dépouillé de ses éléments alibiles. On peut objecter à la première théorie, et même à la seconde, l'exemple des prairies naturelles, qui voient se succéder sans interruption une longue suite de générations végétales sans que leur fertilité en soit diminuée, et celui des forêts, dont le sol devrait être saturé de ces excrétions meurtrières. On répond, pour ces dernières, que les racines, plongeant sans cesse dans un sol plus profond, se trouvent à l'abri de cette influence; mais ce n'est encore qu'une hypothèse. Quelques auteurs pensent, avec moins de fondement peut-être, que cette sève devenue impropre à la nutrition serait, comme le sang veineux, rajeunie par une sève nouvelle, et reprendrait son cours dans la plante. Quoi qu'il en soit, cette doctrine est encore fort obscure et demande à être soumise à des expériences réitérées. On a voulu expliquer par la théorie des excrétions la nécessité des assolements : la plante, se trouvant plongée dans un sol saturé de matières excrétées, n'y trouverait plus d'éléments propres à la vie et refuserait d'y croître, tandis qu'une autre plante y réussirait. Tout ceci est fondé sur des idées théoriques que l'expérience n'a pas encore confirmées. Il importerait d'être fixé sur la réalité d'un fait d'une si haute utilité d'application, parce qu'il introduirait dans l'agriculture des idées et des méthodes d'assolement nouvelles, et ferait mieux connaître les affinités et les antipathies végétales; mais nous n'avons pas encore de travaux scientifiques sur cette matière, et à l'avenir seul est réservée la connaissance de la vérité.

CHAPITRE IV

TIGES, RHIZOMES, BULBES.

La tige est la portion ascendante de l'axe du système végétal; elle peut être comparée à la réunion des vertèbres qui composent la colonne vertébrale des animaux supérieurs, et, comme elle, elle se compose d'éléments ajoutés bout à bout, qui donnent naissance aux organes appendiculaires, pourtant avec cette différence que, dans les animaux vertébrés, le corps est composé de deux parties similaires, et que, malgré la simplicité apparente du canal rachidien, l'axe cérébro-spinal est réellement double, tandis que le végétal a un seul et unique axe.

Toutes les plantes phanérogames sont pourvues d'une tige : quand la tige est apparente, on les appelle *caulescentes,* et quand elle est si courte que les feuilles semblent sortir de la racine même, on leur donne le nom de plantes *acaules* (Pl. 23, fig. 5).

Dans les dicotylédones, la tige des arbres s'appelle *tronc* (Pl. 23, fig. 3); le nom de *tige* est réservé pour les arbrisseaux, les arbustes et les herbes (fig. 4). La tige des graminées s'appelle *chaume* (fig. 1); c'est un tube creux, cylindrique, entrecoupé de nœuds. On appelle *stipe* (fig. 2) le tronc des palmiers, tels que le cocotier, le dattier; c'est un long fût, d'une grosseur à peu près égale dans toute son étendue, quelquefois un peu renflé au milieu, portant l'empreinte des feuilles anciennes, et qui est couronné par un large bouquet de feuilles, à l'aisselle desquelles se développent les organes reproducteurs. La tige des autres végétaux monocotylédones arborescents porte le même nom.

Suivant la durée, les tiges sont désignées sous le nom de *vivaces,* quand leur durée est illimitée; de *bisannuelles,* quand elles durent deux ans ou plus; et d'*annuelles,* quand elles accomplissent en une année leur période de végétation. Un fait à bien observer pour avoir une idée exacte du végétal, c'est qu'un axe ne porte jamais de fleurs qu'une seule fois, et que la continuité de la production des fleurs et

des fruits vient de la succession des axes qui se renouvellent en se superposant.

Les tiges vivaces et solides sont dites *ligneuses*. L'*arbre*, le plus parfait des végétaux ligneux, a un tronc élevé, conique, terminé par une tête composée d'une multitude de ramifications. On appelle *arborescents* les végétaux ligneux plus petits que l'arbre; ils comprennent l'*arbrisseau* (*frutex*), qui est ligneux dans toutes ses parties, sans avoir néanmoins un tronc distinct, tel est l'aubépine; l'*arbuste*, qui est également ligneux, mais qui présente un tronc court; sa taille varie de 1 mètre à 4, tandis que le précédent s'élève jusqu'à 6 ou 7 mètres; le *sous-arbrisseau* (*suffrutex*), qui affecte la forme d'un petit buisson, et n'est ligneux qu'à sa base, ne s'élève qu'à 1 mètre au plus. La tige *arborée* est celle qui se voit dans les végétaux annuels, bisannuels ou vivaces, affectant la figure d'un arbre, et dont le tissu est presque toujours herbacé; le *datura arborea*, le *lavatera arborea*, en sont les meilleurs exemples. Les tiges qui sont molles et fragiles s'appellent *herbacées*.

On peut placer dans cette catégorie la *hampe*, que l'on devrait avec raison regarder comme un simple pédoncule, et qui est propre surtout aux monocotylédones : elle est *nue* dans la jacinthe, *feuillée* dans la couronne impériale, *diphylle* dans les ornithogales. On donne ce nom de hampe ou pédoncule radical aux tiges florifères des dicotylédones, quand elles partent directement du collet d'une tige souterraine, comme dans la pâquerette; dans l'hépatique, la hampe est munie d'une collerette.

La tige est *pleine*, quand elle n'a pas de cavité centrale; *médulleuse*, quand elle contient, comme le soleil et le sureau, une moelle abondante; *fistuleuse*, quand elle est creuse d'un bout à l'autre; et *cloisonnée*, quand la cavité, au lieu d'être continue, est interrompue par des diaphragmes qui la divisent comme autant de cloisons. On peut, dans la plupart des cas, tirer des caractères de la consistance de la tige : il y a des familles entières qui sont composées de plantes ligneuses; telles sont les conifères, les amentacées, les aurantiacées; d'autres, au contraire, comme les primulacées, les caryophyllées, les ombellifères, ne renferment que des végétaux herbacés. Il y a cependant des exceptions; ainsi, les rosacées, les papilionacées, contiennent des plantes ligneuses et herbacées; mais les genres présentent des caractères plus constants, et l'on n'en voit que par ex-

ception renfermer des espèces herbacées et ligneuses. Les cactées, les ficoïdes, sont toutes à tiges charnues, et, à part le maïs et le *saccharum officinale*, les graminées sont fistuleuses.

Il n'est pas nécessaire de s'étendre longuement sur la variation de dimension des tiges : les unes ont à peine quelques centimètres de hauteur, et d'autres s'élèvent jusqu'à 40 et 50 mètres ; d'où les noms spécifiques de grand, médiocre, petit, nain, etc. Leur volume varie aussi : les unes sont *capillaires*, quand elles ont la finesse d'un cheveu ; les autres sont *sétacées*, lorsque leur diamètre est celui d'une soie ; on appelle *filiforme* la tige mince comme un fil.

La forme *cylindrique* est celle des stipes des monocotylédones arborescentes ; la tige des arbres de la classe des dicotylédones est *conique*, ce qui n'empêche pas de la regarder comme *cylindrique*. La tige est *articulée*, quand elle est formée de pièces assemblées bout à bout, comme dans les guis (Pl. 24, fig. 16) ; *géniculée* (fig. 18), lorsqu'elle est infléchie aux articulations, le vulpin géniculé ; *noueuse*, comme dans les graminées et l'œillet (fig. 17), quand elle est interrompue de distance en distance par des renflements ; *anguleuse* (fig. 4), lorsqu'elle est munie de lignes ou crêtes saillantes, comme dans l'*allium cepa* ; *ancipitée* (fig. 5), ou à deux angles, dans l'*hypericum androsæmum* ; elle est *comprimée* (fig. 3), dans le *poa compressa* ; *triangulaire* (fig. 6), dans le *scirpus sylvaticus* ; *quadrangulaire* (fig. 7), ou à quatre angles, dans les labiées ; *quinquangulaire* (fig. 8), ou à cinq angles, dans l'*eriocaulon pentagonum* ; *sexangulaire* ou *hexagone* (fig. 9), dans le *cactus peruvianus*. Le nombre des angles s'élève à dix, douze et quelquefois plus. On a voulu, lorsque les angles, au lieu de présenter des arêtes vives, sont arrondis, leur imposer assez inutilement les noms de *trigone*, *tétragone*, *pentagone* ; mais cette distinction est oiseuse, et peut apporter plus de confusion que répandre de lumière. On appelle *acutangulée* la tige dont les angles sont réellement aigus, comme le *chironia acutangularis*, et *obtusangulée* celle à angles obtus, comme la monarde écarlate. Les tiges *cannelées*, ou *sillonnées* (fig. 11, 12), sont celles qui sont creusées de cannelures profondes ; quand ces sillons sont fins, on les appelle *striées* ; et *ailées*, lorsqu'elles sont munies d'expansion foliacée (fig. 15).

Sous le rapport de la surface, la tige est *pubescente*, lorsqu'elle est, comme dans la joubarbe, couverte d'un léger poil follet ; *velou-*

tée, dans l'*echeverria coccinea; tomenteuse,* ou couverte d'un poil court, épais et semblable à du feutre, dans le *stachys germanica; villeuse,* lorsque les poils qui la couvrent sont distincts et rapprochés, la jusquiame; *hispide,* quand les poils sont longs et rudes, comme dans le *robinia rose;* et *visqueuse,* si les poils sécrètent une matière gluante, comme dans le *robinia viscosa; unie,* lorsqu'elle ne porte aucune saillie ni aspérité; *lisse* ou *glabre,* lorsqu'elle est entièrement nue et douce au toucher, le *lamium lævigatum; scabre,* lorsqu'elle est parsemée d'irrégularités, comme est le mélampyre des champs; *muriquée,* lorsqu'elle est munie d'aiguillons mous et fléchissant sous le doigt; *tuberculée,* quand elle est couverte de petites protubérances, le *genista pilosa; verruqueuse,* quand ce sont des verrues, comme dans le *thesium linophyllum; pulvérulente,* lorsqu'elle est couverte d'une espèce de poussière blanchâtre, qui ressemble à de la farine ou de la cendre, la *primula farinosa; glauque,* si la poussière est fine et ressemble à l'efflorescence de la prune de monsieur; *ponctuée,* lorsqu'elle est irrégulièrement parsemée de points saillants ou non, mais colorés, la rue des jardins; *maculée,* quand, au lieu de points, ce sont de larges taches, comme dans le *conium maculatum.*

Sous le rapport de la division, la tige est *simple* quand elle ne présente aucune ramification; *dichotome,* lorsqu'elle se divise en deux, comme dans la mâche et un grand nombre de caryophyllées; *trichotome,* en trois; l'exemple le plus frappant est le *clerodendrum trichotomum;* l'épimède des Alpes et l'*actæa spicata* présentent aussi des ramifications trichotomes; elle est *rameuse* ou *branchue,* quand les branches sont irrégulièrement disposées.

Les rameaux sont *alternes,* c'est-à-dire échelonnés alternativement les uns au-dessus des autres, dans le chêne (Pl. 32, fig. 5); *opposés,* quand ils sont par paires avec insertion sur des points opposés, l'érable (fig. 9 et 14); *distiques,* quand ils ne sont tournés que de deux côtés, l'orme (fig. 7 et 12); *fastigiés,* lorsqu'ils sont dressés, comme dans le peuplier d'Italie (fig. 1); *réfléchis,* quand leur convexité est tournée en haut, le pommier (fig. 6); *pendants,* quand ils s'abaissent vers le sol (fig. 3 et 4). La tige est *dressée* dans le lin (Pl. 25, fig. 1); *réclinée* ou *nutante,* dans le sceau de Salomon (Pl. 25, fig. 1); *ascendante,* quand, après s'être recourbée, elle se redresse (fig. 6). Les tiges *décombantes* sont celles dont la tête retombe (fig. 5); les tiges *couchées* sont étendues sur le sol sans s'y en-

raciner (fig. 4); quand elles s'y fixent par des racines, elles sont dites *rampantes* (fig. 7). La plupart des plantes de cette sorte changent de place : après la floraison, la tige s'allonge; des racines nouvelles s'implantent dans le sol, et la partie la plus ancienne de la tige se dessèche et disparaît; celles du lierre terrestre se dressent à la floraison, puis se couchent, s'enracinent, et chaque année c'est une autre végétation, on pourrait même dire une plante nouvelle. Certaines tiges destinées à ramper sur le sol si elles étaient sans appui, et qu'on appelle *grimpantes*, s'accrochent aux corps solides ou aux végétaux voisins, tantôt en s'enroulant autour comme le chèvrefeuille, tantôt en s'y attachant par des crampons, comme le lierre, ou des vrilles (Pl. 25, fig. 10 et 11), comme la bryone. Parmi les tiges grimpantes, on appelle *volubiles* celles qui se soutiennent, comme les lianes, en s'enroulant autour de leurs appuis. Les unes s'enroulent de gauche à droite (Pl. 25, fig. 9), comme le liseron des haies, et c'est le plus grand nombre des cas; d'autres, comme le houblon, tournent de droite à gauche (fig. 8).

Dans les végétaux dont la tige, en s'enroulant autour des corps qui les avoisinent, tourne de gauche à droite (*dextrorsum*), on trouve des monocotylédones et des dicotylédones; ce sont les genres appartenant aux familles des fougères, smilacinées, dioscorées, rubiacées, urticées, polygonées, chénopodiées et caprifoliacées.

Celles qui affectent une direction différente, en tournant de droite à gauche (*sinistrorsum*), appartiennent, sans exception, aux dicotylédones, et sont représentées par vingt genres appartenant aux ménispermées, légumineuses, convolvulacées, acanthacées, passiflorées, apocynées, cucurbitacées, malpighiacées et euphorbiacées.

On compte environ 600 végétaux volubiles, appartenant à 34 familles, 168 ligneux, 122 herbacés vivaces, et 98 annuels.

Cette direction est si constante, que si l'on cherche à les en faire changer, elles reprennent, malgré tous les efforts, leur direction normale.

La cause de la volubilité des plantes est encore un problème; car rien dans les influences ambiantes, et dans leur structure anatomique, ne paraît exercer sur elles une action directe. C'est un mystère dont la solution est encore à découvrir.

Les seules remarques qu'on ait faites sur ce phénomène, et qui tendraient à le faire regarder comme dépendant de l'action de la lu-

mière, c'est que la volubilité est plus active le jour que la nuit. On ne peut trouver dans l'embryon l'indice de volubilité. Dans les soudes, l'embryon roulé en spirale donne naissance à des plantes non volubiles; dans les haricots, l'embryon n'est pas contourné en spirale, ce qui n'empêche pas les tiges d'être enroulées; certains embryons, comme ceux de la cuscute, sont enroulés et produisent des tiges volubiles, qui ne sont cependant pas tordues à leur base.

La volubilité des végétaux est un phénomène assez persistant pour que, loin de tout support, ils ne s'en tordent pas moins en spirale. Ils présentent des différences dans la manière dont ils embrassent leur appui. Dans le houblon et le chèvrefeuille les extrémités s'en écartent le matin de 15 à 20 centimètres; dans les *convolvulus* et les haricots, de 5 à 8 seulement; à midi, la sommité en est écartée, et le soir elle s'en rapproche.

Lorsque la tige est dépourvue de feuilles, elle est dite *aphylle*, telle est l'*aralia nudicaulis*; *feuillée*, lorsqu'elle est garnie de feuilles dans toute sa longueur, la véronique officinale; *monophylle*, quand elle n'a qu'une seule feuille, le *lachenalia unifolia*; *diphylle*, ou à deux feuilles, dans l'*orchis bifolia*; *polyphylle*, quand les feuilles sont très-nombreuses, comme dans le *dracontium polyphyllum*.

Tiges souterraines. — Les tiges souterraines (Pl. 26), qu'on a longtemps regardées comme des racines, portent manifestement le caractère des tiges, dont elles ne diffèrent que parce qu'elles sont dans le sol. Comme les tiges, elles sont munies de débris d'organes appendiculaires et composées de nœuds vitaux, qui émettent des racines, ce qu'elles ont de commun avec les tiges rampantes. Les rhizomes sont perpendiculaires, obliques (Pl. 26, fig. 2) ou horizontaux (fig. 3, 4, 5), généralement cylindriques; ils portent tantôt des débris de feuilles comme dans les fougères (fig. 1), tantôt des écailles dans lesquelles on reconnaît facilement des feuilles avortées (fig. 5); les véritables racines sont de longues radicules fibreuses qui partent généralement des nœuds vitaux et s'enfoncent perpendiculairement dans le sol. Les tiges aériennes qui naissent à la surface supérieure de ces rhizomes, ne sont donc que les ramifications ou rameaux latéraux, comme dans les *robinia*, ou bien des pédoncules axillaires feuillés dont la durée est annuelle, comme dans les carex, scirpus (fig. 3, 5). Comme la tige aérienne, le rhizome est terminé par un bourgeon terminal qui, en se développant, sert à son élongation; mais

en même temps qu'il s'allonge par cette extrémité supérieure, il se détruit par l'extrémité opposée, et souvent de telle manière, qu'il paraît avoir été rongé par les dents; de là le nom de *racine morduc* donné à ce rhizome par les anciens botanistes; la scabieuse des bois porte même le nom vulgaire de *mors du diable*, à cause de cette particularité.

Bulbes et tubercules. — Le *bulbe* (Pl. 27), qu'on a longtemps considéré comme une racine, est une véritable tige, ayant son système ascendant, qui est le bulbe même, et son système descendant, qui se compose de racines fibreuses. On trouve trois parties distinctes dans le bulbe : le *plateau*, véritable tige qui porte inférieurement les racines, supérieurement les feuilles dont la base constitue les *tuniques*, et un *bourgeon* central, composé de feuilles et de fleurs rudimentaires.

Dans les bulbes dont la durée est indéterminée, les tuniques extérieures se dessèchent et sont remplacées par des tuniques sous-jacentes, fraîches et succulentes, qui ne sont, comme il vient d'être dit, que la base des feuilles de l'année précédente, comme dans le lis blanc (fig. 8), quelquefois engaînantes comme dans la jacinthe (fig. 5, 7) ; au centre est le bourgeon qui donnera naissance à des feuilles nouvelles; le plateau se termine par un bourgeon foliaire, et la hampe est un rameau latéral né à l'aisselle d'une feuille. Dans ce développement de dedans en dehors, on reconnaît que la tunique externe n'est que le résultat de la dessiccation des tuniques charnues, qui ont, pendant une année, été la base des feuilles, et sont devenues successivement de plus en plus extérieures; c'est une rénovation incessante.

Les bulbes dont la durée est limitée ont une structure semblable; mais la hampe est centrale et a pour base le plateau ; alors la plante ne se perpétue que par un bourgeon latéral ou *caïeu* (Pl. 27, fig. 4), qui continue la vie de la plante.

Sous le rapport de la forme, les bulbes présentent peu de variétés : les uns sont *turbinés*, d'autres *ovoïdes, globuleux, campaniformes* ou *discoïdes*.

Les bulbes *tuniqués* sont ceux qui sont composés des bases engaînantes des feuilles et présentent, par la coupe transversale, des cercles concentriques ou des cônes emboîtés les uns dans les autres; l'oignon, la jacinthe, le *pancratium* offrent ce caractère (Pl. 27, fig. 5, 6, 7).

Les bulbes sont dits *écailleux* (fig. 8), quand ils se composent d'écailles imbriquées ou placées en recouvrement, comme les tuiles d'un toit ; les feuilles en sont éparses et n'embrassent jamais complétement la tige, le lis en est un exemple.

Dans certaines plantes, le plateau prend un très-grand développement, et les tuniques, au contraire, sont très-minces ; ces bulbes sont dits *solides* (fig. 1, 2) ; quelques-uns, comme le *crocus sativus*, s'accroissent par superposition : c'est un second bulbe qui se place sur le premier ; on leur a donné le nom de *bulbes superposés* (fig. 3). D'autres, également solides, se multiplient par caïeux.

Outre le bulbe, il y a le *tubercule* (Pl. 28, fig. 1, 2), qui est un corps charnu souvent rempli de fécule et qui a une origine différente. Les tubercules sont, comme dans la pomme de terre et le topinambour, des bourgeons axillaires, renflés, souterrains ; c'est un état maladif causé par l'absence de la lumière. Ce qui caractérise le tubercule, c'est la présence de gemmes disposées symétriquement, et dont la position est indiquée par un petit enfoncement appelé *œil*, qu'entoure de toutes parts la chair du tubercule qui forme un renflement.

La partie la plus importante des tiges est le *nœud vital*, qui sert le point de départ aux bourgeons destinés à produire les organes appendiculaires. On remarque une triple disposition dans le nœud vital : tantôt il n'y en a qu'un, et on l'appelle *nœud alterne ;* d'autres fois il y en a deux en regard, on les appelle *nœuds opposés ;* quand ils forment un anneau autour de la tige, ce sont des *nœuds verticillés.*

On a donné le nom d'*entre-nœuds* ou de *mérithalles* à la partie de l'axe comprise entre deux nœuds.

Les *acotylédones* fournissent, dans les lycopodiacées, les fougères et les marsiléacées, des frondes et des rhizomes.

Les *monocotylédones* présentent des stipes dans les palmiers ; des chaumes dans les graminées ; des souches tuberculeuses dans les aroïdées ; des tiges à diaphragme dans les joncinées ; des bulbes tuniqués et solides dans les liliacées, les colchicées ; des rhizomes dans les iridées ; enfin des tiges herbacées et des hampes dans les musacées et les cannées.

Dans les *dicotylédones*, on trouve toutes les variétés possibles de tiges, à l'exception du bulbe : mais les tubercules et les tiges souterraines y sont très-communs. C'est dans cette classe que l'axe muni d'organes appendiculaires apparaît dans toute sa splendeur.

Anatomie des tiges. — Les végétaux acotylédones inférieurs n'ont pas de tiges ; la partie qui s'élève au-dessus du sol affecte des formes diverses, mais ne mérite pas le nom de tige. Ce sont des expansions celluleuses nommées *thalle* dans les lichens, *fronde* dans les algues, et qui sont de structure identique dans toutes leurs parties. En arrivant aux charas, on trouve des tubes articulés à rameaux verticillés, composés d'une suite de cellules allongées qui sont soudées au bout les unes des autres. Les mousses et les hépatiques ont déjà une tige plus régulière appelée *surcule*, qui est composée de cellules polyédriques, avec un axe dont les cellules sont allongées, ou même de la nature des fibres. Jusqu'à cette famille, on ne trouve pas encore de vaisseaux ; c'est dans les mousses qu'ils prennent un caractère plus défini, mais ils apparaissent manifestement dans les lycopodiacées et les marsiléacées, dont l'axe est réellement vasculaire, et dont il est cependant impossible de déterminer la nature. Cet axe consiste en un ou plusieurs faisceaux, qui ne semblent pas composés d'une masse de tissu cellulaire ; ils sont formés de vaisseaux spiraux, annulaires ou scalariformes, et l'on y trouve même de longues fibres qui ne sont pas toujours soudées entre elles.

Dans les fougères herbacées il y a, comme dans les lycopodes, un faisceau central unique ou plusieurs faisceaux composés de vaisseaux scalariformes quelquefois prismatiques. Les fougères arborescentes ont une structure différente : autour d'un large centre médullaire se trouvent de gros faisceaux disposés en cercle continu ou interrompu, bordés de fibres prosenchymateuses noires, et le centre est composé de vaisseaux rayés et surtout scalariformes, sans qu'on trouve jamais de trachées déroulables ou de vraies trachées. Un cercle extérieur de parenchyme enveloppe la zone vasculaire, et le tout est revêtu d'une enveloppe dure servant d'écorce, et formée par la base des feuilles qui se sont succédé.

La coupe longitudinale de la fronde d'une fougère montre que les grands faisceaux ne descendent pas en ligne droite, mais sinueuse, de manière à laisser entre eux des intervalles qui font communiquer le tissu cellulaire de la périphérie avec celui du centre. On ne sait pas encore s'il existe dans les tiges de fougères des vaisseaux laticifères.

Les tiges des monocotylédones (Pl. 29) sont composées de faisceaux fibro-vasculaires disposés sans ordre, au milieu du tissu cellulaire (Pl. 29, fig. 2, 4, 7) ; ils sont plus nombreux à la périphérie

qu'au centre, qui est presque entièrement cellulaire, sans pour cela représenter la moelle proprement dite. Dans certains végétaux, tels que l'*arundo donax*, le *bambou* et les graminées (fig. 8, 9), il y a résorption successive de la moelle; la tige devient fistuleuse, et l'on retrouve dans la partie périphérique le tissu cellulaire parcouru dans toute sa longueur par des faisceaux de fibres et de vaisseaux. Dans les palmiers, plus élevés dans l'ordre d'évolution, on trouve que les faisceaux fibro-vasculaires (Pl. 29, fig. 3) sont enveloppés d'une masse de fibres épaisses; au centre, un amas de tissu cellulaire formant le parenchyme, dans l'intérieur duquel on remarque des vaisseaux ponctués de gros calibre, des trachées plus au centre, et, entre le tissu fibreux et le parenchyme, les vaisseaux laticifères. Ce qui distingue surtout les monocotylédones des dicotylédones, c'est que, dans les premières, les éléments organiques qui constituent la tige, c'est-à-dire les faisceaux, au lieu de se diviser pour former, d'un côté, l'écorce, et de l'autre le bois, conservent leur structure sans aucun changement : aussi n'y voit-on pas les couches concentriques qui se forment chaque année dans les dicotylédones. La structure interne des tiges des monocotylédones se distingue donc par l'absence de couches concentriques et de rayons médullaires, avec des faisceaux fibro-vasculaires entourant le tissu cellulaire qui constitue la moelle : aussi voit-on, dans les coupes transversales des palmiers, le centre avec de rares faisceaux ligneux; à la partie extérieure, ces faisceaux ligneux plus nombreux et formant une zone plus compacte, et plus extérieurement encore, à cette partie, qu'on pourrait comparer au ligneux des dicotylédones, une zone externe moins compacte avec des faisceaux plus rares, et une couche cellulaire plus dure, qui forme l'écorce ou l'enveloppe corticale.

Quant à la direction que suivent les faisceaux fibro-vasculaires, elle est aujourd'hui mieux connue, et l'on a été, par suite des découvertes récentes, amené à rejeter le nom d'*endogènes*, donné aux monocotylédones, dans la supposition que leur accroissement a lieu de dedans au dehors, par suite de la direction des fibres qui, partant constamment du centre, s'incurvent à leur sommet et viennent aboutir aux feuilles les plus récentes (Pl. 29, fig. 1 et 10); il s'ensuivrait que la solidification des végétaux de cette classe viendrait de l'addition successive à leur centre de nouveaux faisceaux qui repousseraient les plus anciens et augmenteraient la densité du tronc. Cette hypothèse,

qui charmait par sa simplicité, a été détruite par des observations plus attentives; on a reconnu que les faisceaux fibro-vasculaires, au lieu de descendre verticalement au centre, décrivent une courbe qui les éloigne de la partie extérieure du tronc, mais qu'ils viennent ensuite, en obliquant, rejoindre les couches les plus extérieures de la tige, de manière à décrire un arc allongé dont la convexité est intérieure, et en croisant tous les faisceaux qui sont en dessous; il en résulte que les plus nouveaux sont les plus extérieurs. Au reste, M. Gaudichaud, dans son magnifique travail organique, a fait connaître la cause de cette convergence vers le centre des faisceaux fibro-vasculaires, et il a démontré que l'accroissement des monocotylédones se faisait exactement d'après les mêmes lois qui président à l'accroissement des dicotylédones.

La structure anatomique des tiges des dicotylédones est plus complexe et d'une étude plus facile. Dans son état primitif, elle est, comme toutes les parties élémentaires des végétaux, composée de tissu cellulaire au milieu duquel apparaissent des faisceaux de fibres et de vaisseaux disposés concentriquement. Dès sa première organisation, on voit se séparer trois éléments : au centre, la moelle ou partie médullaire : un anneau moyen, qui est le bois ou tissu fibro-vasculaire; et un cercle plus extérieur, qui est l'écorce ; des rayons dits médullaires, partant de la moelle, se rendent à l'écorce, et établissent une communication entre le centre et la périphérie : le tout est enveloppé d'un tissu plus mince, qui est l'épiderme.

Dans toute la série des végétaux dicotylédones, la structure est la même, avec cette différence que, dans les végétaux herbacés, elle reste à son état de premier développement, que la moelle est plus considérable, et les rayons médullaires plus larges et plus nombreux que la partie fibro-vasculaire. Pendant la courte durée de leur vie, ils ne changent pas d'état, tandis que, dans les végétaux ligneux, le phénomène est plus compliqué, et chaque année voit se renouveler l'évolution qui ne se voit qu'une seule fois dans les premiers.

Les éléments anatomiques de toute tige ligneuse dicotylédone se composent donc de la *moelle* (Pl. 29 *bis*, fig. 1 *a*), formée de tissu cellulaire, verte d'abord, puis blanche ensuite, formant au centre de la tige une colonne d'une cylindricité d'autant plus parfaite que la plante avance plus en âge ; car, dans les premières années, elle est prismatique, et dans certains végétaux elle est anguleuse. Elles est formée de

cellules diminuant de volume du centre à la circonférence, et finissant par s'oblitérer à mesure que le végétal vieillit; elle est entourée d'un *étui médullaire*, composé de l'ensemble des parties internes des faisceaux fibro-vasculaires, dont l'élément constituant sont des trachées déroulables (fig. 1 *b*). Ces vaisseaux fibro-vasculaires, disposés ainsi concentriquement autour de la moelle, sont composés, à l'angle interne, de trachées dont l'ensemble constitue l'étui médullaire, puis de fibres ligneuses et de gros vaisseaux rayés, ponctués, réticulés ou annulaires, éparses dans le tissu fibreux; ils forment ce qu'on appelle la couche ligneuse. Dans le premier âge de la tige (Pl. 30, fig. 1), ces faisceaux sont séparés par de larges bandes de tissu cellulaire qui partent de la moelle et se dirigent en rayonnant vers la circonférence (Pl. 29 *bis*, fig. 1 *c*) : de là le nom de *rayons médullaires* qui leur a été appliqué. Mais bientôt de nouveaux faisceaux ligneux viennent s'intercaler entre les anciens (Pl. 30, fig. 2) dans la partie cellulaire, qu'ils réduisent alors à l'état de tranches très-étroites, et la première couche de bois se trouve formée, offrant, dans sa constitution, des trachées en contact immédiat avec la moelle, et, en dehors de ces trachées, des fibres et des vaisseaux dont la masse est divisée par les bandes rayonnantes de tissu cellulaire, ou rayons médullaires.

Quelquefois les faisceaux ligneux sont distincts entre eux dans toute la longueur de la tige; dans ce cas les rayons médullaires sont formés de bandes de tissu cellulaire non interrompues de la base au sommet; mais, le plus souvent, les faisceaux se rapprochent et se soudent entre eux de distance en distance, de manière à former un réseau de mailles plus ou moins larges comme celles d'un filet (Pl. 29 *bis*, fig. 2); alors les rayons médullaires sont interrompus, le tissu cellulaire remplit seulement les mailles. C'est ce qui se voit très-bien dans une bûche de chêne décortiquée : la trame est formée par les faisceaux ligneux anastomosés; les mailles remplies de tissu cellulaire sont les rayons médullaires faisant ordinairement saillie. Dans les bois d'ébénisterie les marbrures et les veines sont dues à la présence de ces rayons.

Tous les tissus du corps ligneux, fibres et vaisseaux, sont allongés dans le sens perpendiculaire, c'est-à-dire dans le sens de la longueur de la tige; ce qui explique la grande difficulté qu'on éprouve à briser transversalement un morceau de bois, et la grande facilité à le

fendre en long. Pour les rayons médullaires, le tissu est composé de cellules allongées, mais qui sont au contraire allongées dans le sens horizontal (Pl. 29 *bis*, fig. 3 *a*).

Au corps ligneux succède la *partie corticale* ou l'*écorce* (Pl. 29 *bis*, fig. 1 *d*), composée de la zone cellulaire qui se trouve en dehors des faisceaux fibro-vasculaires. Étudiée de dedans en dehors, elle offre d'abord le *liber* (fig. 1 *e*) composé de fibres ligneuses plus longues et plus grêles que celles du bois, dont il est séparé par une couche de matière d'apparence gélatineuse et à laquelle on a donné le nom de *cambium* et de *couche génératrice* (fig. 1 *f*). Les fibres, qui augmentent de ténacité en vieillissant, sont ponctuées par suite de la formation de couches nouvelles à l'intérieur, et sont groupées en faisceaux qui se soudent généralement entre eux, comme ceux du bois, pour former une couche mince, réticulée, et qu'on a comparée aux feuillets d'un livre. Le *daphne lagetto* ou bois à dentelle offre un élégant exemple de ce réseau des feuillets du liber; c'est en effet une véritable dentelle. Dans d'autres cas, les faisceaux fibreux de la couche corticale restent distincts et constituent ces longs filaments de la filasse qu'on extrait du chanvre, du lin, etc.

Le liber n'est donc, à proprement parler, que la partie ligneuse de l'écorce dont il constitue la portion la plus intérieure, et dans laquelle se trouvent les vaisseaux laticifères ou des sucs propres.

En dehors du liber est une masse composée de tissu utriculaire, dont les cellules sont polyédriques, remplies de chlorophylle ou matière verte, et assez distantes entre elles pour laisser des méats; on l'appelle *enveloppe cellulaire* ou *couche herbacée* (fig. 1 *g*); c'est à cette couche que viennent aboutir les rayons médullaires.

La *couche subéreuse* est la partie de l'écorce qui se trouve placée entre l'enveloppe cellulaire et l'épiderme (fig. 1 *h*). Elle est composée de cellules cubiques ou plus allongées sur leur diamètre transversal, assez variables au reste pour la forme, incolores dès leur jeunesse, ne renfermant jamais de chromule, et prenant en vieillissant une couleur foncée; elle est susceptible de prendre quelquefois un accroissement considérable, comme dans le chêne-liége; mais, dans la plupart des cas, elle reste dans son état primitif.

Les triples éléments qui constituent l'écorce sont recouverts par l'*épiderme* (fig. 1 *i*), d'organisation exclusivement cellulaire, et qui se compose d'une double membrane, dont la plus extérieure, qui porte le

nom de *pellicule épidermique*, est encore mal connue sous le rapport de la structure anatomique, mais qui se moule d'une manière assez complète sur les parties sous-jacentes pour en reproduire tous les accidents. On y trouve des ouvertures elliptiques aux endroits correspondants aux stomates, dont il sera parlé en traitant des feuilles.

On trouve, à la surface de beaucoup de tiges, dans leur jeunesse, des taches ayant une figure allongée, et qu'on a appelées *lenticelles*: elles sont composées de tissu cellulaire, et sont une simple excroissance provenant d'un amas d'utricules; elles paraissent jouer le rôle de centre vital et être destinées à devenir le siége des éruptions de bourgeons et de racines adventifs; d'autres botanistes pensent qu'elles remplacent les stomates qui ont disparu avec l'épiderme.

Telle est la composition anatomique des tiges dicotylédones et leur structure après la première année de végétation (Pl. 30, fig. 3).

Chez les végétaux ligneux, ces tiges s'accroissent ensuite en diamètre par l'adjonction d'une nouvelle couche de bois et d'une nouvelle couche de liber, qui se forment simultanément, chaque année, entre la partie ligneuse et la partie corticale, dans cette couche de matière inorganisée-gélatineuse appelée *cambium* par les uns, *couche génératrice* par les autres. La nouvelle couche de bois s'applique alors en dehors de la couche ligneuse de l'année précédente; la couche de liber se forme au contraire en dedans de la couche libérienne. Cette nouvelle couche de bois diffère anatomiquement de la première par l'absence de trachées; la nouvelle couche de liber est identique à la première. Ces deux couches, ligneuse et libérienne, de nouvelle formation, sont séparées entre elles par une couche de cambium, dans laquelle, l'année suivante, s'opère le même phénomène d'organisation d'une couche de bois et d'une couche de liber, toujours séparées entre elles par une couche génératrice. Il s'ajoute donc, à chaque végétation, une couche de bois, en dehors du corps ligneux, et une couche de fibres corticales en dedans du liber; le nombre des couches de bois correspond par conséquent au nombre d'années de l'arbre; on en peut savoir l'âge en comptant ces couches à la base de son tronc (fig. 7).

De cet accroissement successif, il résulte que le bois d'un tronc d'arbre dicotylédoné n'offre pas le même degré de densité partout; la partie centrale, plus ancienne, est toujours beaucoup plus dure

que la partie externe de formation plus récente. De là la distinction qu'on fait dans les arts et l'industrie, entre le centre, qu'on désigne sous le nom de cœur du bois ou *duramen*, et la circonférence nommée *aubier*, beaucoup plus tendre, encore gorgé de liquide séveux qui appelle les insectes, et amène rapidement sa destruction lorsqu'il est employé dans les constructions.

Mais cette différence de densité du bois n'est sensible que dans les espèces à bois dur, comme le chêne, le gayac, le palissandre, l'ébène, etc., dont les fibres ligneuses se trouvent acquérir de la solidité par les matières incrustantes et colorantes qui épaississent leurs parois et remplissent même parfois leur cavité. La ligne de démarcation de l'aubier et du duramen n'existe pour ainsi dire pas dans les essences dites *bois blanc*, comme le saule, le peuplier, le marronnier, etc. Quant au rapport de l'épaisseur de l'aubier au bois parfait, il est variable, non-seulement d'espèce à espèce, mais aussi d'individu à individu de la même essence, et surtout d'après l'âge du sujet. Ainsi, en thèse générale, les arbres qui croissent dans les terrains humides ont plus d'aubier que ceux qui ont poussé dans les terres sèches; et, d'après les observations de Duhamel, l'aubier est égal au *duramen*, dans un chêne de $0^{m},16$ de diamètre; il est comme deux à sept dans une tige de $0^{m},32$; comme un à neuf dans un tronc de $0^{m},65$, etc.

Tout aubier passe, avec le temps, à l'état de duramen; mais cette transformation, qui consiste uniquement dans l'épaississement des parois fibreuses, n'a pas lieu régulièrement couche par couche. On voit en effet, très-souvent, des billes de chêne avoir d'un côté quinze couches par exemple d'aubier, et de l'autre en présenter jusqu'à vingt.

Pour remédier aux inconvénients que présente l'aubier, lorsqu'on l'emploie dans les constructions ou autrement, on le pénètre, depuis quelques années, de sel de cuivre en dissolution, ce qui lui donne toute la dureté du duramen. C'est ainsi qu'on prépare actuellement tous les bois qui doivent être plongés dans la terre, comme les traverses des lignes ferrées par exemple. En horticulture on fait subir cette préparation aux piquets et tuteurs.

Toutes les couches de bois d'un arbre n'ont pas la même épaisseur; cette épaisseur varie selon que les années sont sèches ou pluvieuses, que l'arbre a conservé toutes ses branches, ou qu'on lui en

a enlevé une plus ou moins grande partie. Mais, toutes choses égales, l'âge seul influe d'une manière assez régulière sur le développement de ces couches. L'observation a démontré que l'épaisseur des couches de bois va en augmentant jusqu'à la trentième ou quarantième année; qu'elle diminue un peu de 30 à 50 ans; qu'entre 50 et 60 l'épaisseur était moindre encore, mais plus régulière; qu'après 60 ans un chêne ne grossit que d'environ 15 à 20 millimètres en 10 ans, tandis que de 20 à 30 ans son accroissement en diamètre est de $0^m,055$ à $0^m,080$. Il y a donc profit, dans les opérations de coupes de forêts, à faire les coupes tous les 30 ans au lieu de tous les 20 ans.

Non-seulement les couches ligneuses présentent entr'elles une différence d'épaisseur, mais encore la même couche n'a pas toujours la même épaisseur partout. On rencontre beaucoup de tiges chez lesquelles la moelle n'occupe pas le centre du tronc, par suite d'un plus grand accroissement que prend chaque couche d'un côté seulement du tronc. On a expliqué diversement ce phénomène, désigné sous le nom d'*excentricité* de la moelle; Duhamel l'explique comme résultat d'une situation purement locale. Si les racines, dit-il, trouvent d'un côté une bonne veine de terre qui fournit une copieuse nourriture, le tronc grossit alors plus de ce côté que de l'autre. Gaudichaud l'explique par l'action des bourgeons plus nombreux d'un côté, et qui fournissent une plus grande quantité de faisceaux ou prolongements radiculaires.

L'écorce subit avec l'âge d'importantes modifications. Dès la troisième et quelquefois la deuxième année, l'épiderme a disparu, déchiré, lacéré qu'il est, par suite de l'accroissement du corps de l'arbre. Il est remplacé par des couches plus ou moins épaisses et nombreuses de cellules desséchées, qui constituent le suber ou liége, et qui augmentent d'épaisseur par la transformation successive des cellules de la couche herbacée, dont la matière verte disparaît au bout de quelques années, en cellules mortes, sèches et flexibles. La couche herbacée elle-même se renouvelle par la formation de nouvelles cellules qui naissent de l'extrémité des rayons médullaires. Le liber s'accroît de nombreuses couches de faisceaux fibreux, anastomosés, formant autant de feuillets dont les plus anciens sont les plus extérieurs, et qui, pour cette cause, sont plus distendus et à mailles plus écartées. Ces feuillets sont en nombre égal à celui des couches

du bois; mais il est difficile de les compter à cause de leur minceur

On peut impunément enlever à un arbre toute la partie subéreuse de son écorce; c'est ce qu'on fait dans l'exploitation du chêne-liége; c'est ce qui a lieu naturellement sur le tronc du platane, du bouleau, etc. Dans certains cas, l'enlèvement de la couche subéreuse est un bienfait pour l'arbre; l'action de l'air et de la chaleur agit plus directement sur les parties vivantes, et les couches ligneuses acquièrent plus d'épaisseur. Mais, dans l'opération, il faut éviter d'attaquer et de détruire la couche herbacée; en la détruisant, l'action des agents extérieurs est trop énergique; toutes les parties en voie de formation se trouvent desséchées. C'est ce qui arrive souvent dans le décortiquement des arbres malades, recommandé par M. Eugène Robert. Cette opération est bonne, mais il ne faut pas attaquer la couche herbacée.

Les tiges des végetaux dicotylédones présentent quelquefois certaines anomalies, dont l'étude est curieuse, et qui font exception à la loi générale. Tantôt c'est un des éléments qui domine et se développe au préjudice des autres. Ainsi dans les malpighiacées (Pl. 31, fig. 5), on remarque un développement inégal du corps ligneux qui forme, non plus un fût, mais une colonne irrégulièrement cannelée, ce qui n'empêche pas qu'il n'y ait qu'un seul canal médullaire; dans un grand nombre de bignoniacées, le ligneux présente, non plus des zones, mais des figures régulières, entre autres, celle d'une croix de Malte (fig. 6 à 9); dans les sapindacées, l'étui médullaire paraît s'être divisé et forme autant de faisceaux disposés symétriquement autour d'un corps ligneux central, et entourés par des couches corticales (fig. 12 à 16). C'est une étude nouvelle, qui jettera du jour sur la véritable structure des tiges et sur leur mode de développement.

Quant à la physiologie des tiges, il en sera traité en même temps que de la physiologie des feuilles, parce que tiges, bourgeons et feuilles forment un seul et même système, et que leur vie est si étroitement liée, que le sujet ne peut être scindé sans perdre de sa clarté.

CHAPITRE V

BOURGEONS.

Le gemme ou bourgeon, qu'on ne trouve dans le règne animal qu'au bas de l'échelle organique, est, pour le botaniste, l'ensemble des rudiments du rameau et des organes appendiculaires qui prennent naissance sur l'axe. En horticulture, on désigne sous le nom de bourgeon la pousse nouvelle pendant toute la période de son évolution, et qui ne devient rameau que quand cette évolution est terminée, c'est-à-dire après la première période végétative, à l'automne.

Les bourgeons apparaissent sous forme de boutons, et sont communément enveloppés d'*écailles*. Si ces écailles sont produites par des feuilles scarieuses et avortées, elles prennent le nom de *foliacées*, comme dans le daphné bois-gentil et les végétaux arborescents des tropiques; si elles proviennent des pétioles, comme dans le noyer, on les appelle *pétiolacées; stipulacées*, quand elles sont formées de stipules avortées, comme dans le charme; et *fulcracées*, comme dans le prunier, quand elles représentent des pétioles rudimentaires bordés de stipules. Ces écailles garantissent les bourgeons contre les intempéries des saisons. On a donné le nom de *turion* au bourgeon des plantes vivaces qui part de la souche; il est toujours caché sous la terre. Dans l'asperge et le houblon, le turion est très-apparent : c'est un véritable bourgeon, qui diffère de celui des végétaux arborescents par la consistance et la situation.

Le vrai bourgeon, qu'on trouve dans les grands végétaux, est placé dans l'aisselle d'une feuille et au sommet des rameaux qu'il termine; de là le nom de *bourgeon axillaire* donné au premier, et celui de *bourgeon terminal* appliqué au dernier. Les jardiniers lui donnent en outre des noms différents, suivant les divers degrés de son développement. Dès sa première apparition, quand il est encore à l'état rudimentaire, il reçoit le nom d'*œil;* c'est à l'automne qu'il se montre sous une forme perceptible; à la seconde époque de son développement, il prend le nom de *bouton;* c'est seulement quand il commence à s'ouvrir, qu'il devient *bourgeon.*

Il y a trois sortes de bourgeons : le *bourgeon à feuilles* ou *à bois*, qui ne donne naissance qu'à des feuilles ou des rameaux ; il est allongé et pointu (Pl. 31, fig. 3) ; le *bourgeon à fleurs*, appelé aussi *bouton à fruits*, qui doit produire la fleur ou le fruit : il se distingue du premier, en ce qu'il est court et arrondi ; c'est très-apparent dans nos arbres fruitiers (Pl. 31, fig. 4) ; et le *bourgeon mixte*, qui produit des feuilles et des fleurs.

Les bourgeons sont inapparents dans les végétaux herbacés à tiges simples ; cependant, en observant avec attention, on reconnaît que le bourgeon existe aussi bien à l'aisselle des feuilles qu'à l'extrémité de l'axe.

La disposition des enveloppes, et leur présence ou leur absence, ont fait donner aux bourgeons des noms différents. Ceux qui sont pourvus de cette enveloppe écailleuse qui présente une imbrication véritable, sont dits *bourgeons écailleux* (Pl. 31, fig. 2, 4, 5) ; lorsqu'au contraire les feuilles extérieures n'offrent pas le caractère scarieux, on les appelle *bourgeons nus* (fig. 1 et 6). Les bourgeons écailleux sont quelquefois enduits d'une espèce de matière résineuse qui les défend contre l'humidité, ce qu'on voit dans le marronnier d'Inde ; dans le saule, les écailles sont doublées d'un duvet qui empêche l'action des agents extérieurs.

On dit généralement que les bourgeons des arbres des pays froids sont seuls pourvus d'écailles qui les garantissent de la rigueur des froids, et que ceux des arbres tropicaux sont nus, parce qu'ils n'ont pas à redouter l'action de la gelée. C'est là une erreur. Les bourgeons des arbres des pays chauds n'ont pas à redouter le froid, c'est vrai ; mais ils ont à se protéger contre l'ardeur brûlante du soleil. Ils sont donc aussi communément accompagnés d'écailles protectrices que les bourgeons des arbres de nos climats septentrionaux. Dans les magnolia, les figuiers, etc., les stipules engaînantes des feuilles forment l'organe protecteur du bourgeon ; dans les cécropia, les stipules de la dernière feuille sont dressés et forment une espèce d'entonnoir sous lequel est abrité le bourgeon, etc.

Le bourgeon axillaire, quoique naissant du même nœud vital que la feuille, ne se trouve pas toujours exactement à la base de cet organe ; il naît parfois sur le côté et au-dessus du pétiole ; dans le platane, il est dans l'intérieur du pétiole même, dont la base est creuse, et il ne devient apparent qu'à la chute de la feuille.

Le plus communément le bourgeon est solitaire, c'est-à-dire qu'il ne s'en forme qu'un à l'aisselle de chaque feuille. On en trouve cependant plusieurs superposés dans le chèvrefeuille, l'aristoloche siphon, etc. Les arbres fruitiers offrent aussi, en général, plusieurs gemmes ou bourgeons à chaque nœud vital; c'est ordinairement trois. Mais, au lieu d'être superposés et tous visibles, comme dans le chèvrefeuille, un seul est apparent, et les deux autres, invisibles ou latents, sont situés latéralement, un à droite et l'autre à gauche, un peu au-dessous du point d'insertion du bourgeon normal. Ces deux bourgeons inférieurs, que les jardiniers appellent *sous-yeux*, ne se développent que par suite de l'avortement ou de la destruction de l'œil ou gemme bien constituée. Dans la vigne, par exemple, ces deux sous-yeux prennent leur évolution quand le bourgeon principal est détruit par les gelées du printemps; lorsqu'on éborgne sur un poirier, les sous-yeux se développent, etc.

Les bourgeons se développent normalement à l'aisselle des feuilles et au sommet des tiges et rameaux; mais il en naît souvent sur d'autres points de la tige, sur le corps des racines et même des feuilles. On a donné à ces bourgeons le nom de bourgeons adventifs. Ce phénomène est très-commun et se présente dans une foule de circonstances, où la gemmation prend un caractère anormal. Il y a dans les climats tropicaux un grand nombre d'arbres, tels que le *crescentia*, le *theobroma*, l'*artocarpus*, dont les bourgeons ne naissent pas dans l'aisselle des feuilles, mais sur les plus grosses branches et sur le tronc lui-même. Le *cercis siliquastrum* possède la même propriété. Le même phénomène se produit dans les arbres qu'on a sciés horizontalement. A l'époque du mouvement de la séve, il se forme tout autour de la section, entre l'écorce et le bois, un bourrelet de tissu cellulaire, duquel naît, fort souvent, une multitude de bourgeons qui sont adventifs, parce qu'ils naissent là où il ne s'en produit pas normalement.

Lorsqu'on coupe un jeune arbre à 2 mètres par exemple au-dessus du sol, une foule de bourgeons adventifs se développent sans ordre sur différents points de sa tige. Les écailles de lys, placées isolément sur la terre humide (Pl. 31, fig. 7), produisent des petites bulbilles qui sont encore des bourgeons adventifs.

Les feuilles elles-mêmes peuvent produire de ces bourgeons; les feuilles de certaines fougères, et particulièrement l'*asplenium viripa-*

rum, sont dans ce cas; d'autres inclinent vers la terre la sommité de leur fronde et s'y enracinent; les feuilles charnues, comprimées dans les herbiers, produisent fréquemment des gemmules, et les feuilles du *bryophyllum calycinum* développent des bourgeons à l'aisselle des dents qui les bordent, ce qui, au reste, ne contredit pas la loi en vertu de laquelle il peut ou doit se produire un bourgeon partout où il existe du tissu cellulaire.

Tout bourgeon présente, en effet, à son origine, un amas de tissu cellulaire en rapport avec le sommet de la moelle, pour le bourgeon terminal, et avec l'extrémité des rayons médullaires, pour le bourgeon axillaire. Il s'y organise bientôt un système de vaisseaux trachéens et de fibres disposés en faisceaux concentriques exactement comme dans la tige; les vaisseaux rayés, ponctués ou réticulés n'apparaissent qu'après. Quelle que soit la position du bourgeon, qu'il soit terminal, axillaire ou adventif, son origine est toujours la même; c'est le tissu cellulaire qui est le générateur. Partout donc où il existe de ce tissu, il peut se former des bourgeons. C'est de la connaissance de cette loi organogénique, que les horticulteurs font aujourd'hui des boutures de tronçons de racines, de feuilles et même de tronçons de feuilles.

Le bourgeon n'est, à proprement parler, qu'un embryon nu, c'est-à-dire dépourvu d'une enveloppe continue comme celle de la graine, protégée seulement par des écailles qui peuvent être considérées comme les cotylédons. C'est du reste l'opinion de plusieurs botanistes, entre autres, Dupetit-Thouars, Gaudichaud, Poiteau, qui voient dans le végétal entier, dans un arbre, par exemple, non un seul être, mais un ensemble d'individus greffés les uns sur les autres, comme les polypes réunis en polypiers.

La fonction du bourgeon est, en effet, de produire, comme l'embryon, des feuilles, des rameaux et des fleurs, qui doivent succéder à la génération qui a parcouru sa période de végétation. Après la disparition de la feuille ou du fruit, il apparaît un nouveau bourgeon qui attend, pour se développer, que les circonstances atmosphériques soient favorables à son évolution.

On a remarqué que si l'on casse un bourgeon, celui qui le remplace est dépourvu d'écailles. Dans les arbres à feuilles opposées, comme l'érable, le marronnier d'Inde et le lilas, on trouve, à l'extrémité des rameaux, les bourgeons groupés par trois; il est rare que

ces bourgeons se développent tous; ou c'est le bourgeon du milieu seul qui prend de l'accroissement, et les deux latéraux avortent, ou bien, comme dans le seringat, c'est le bourgeon du milieu qui disparaît (Pl. 31).

Le développement du bourgeon présente, comme l'évolution des graines, deux périodes distinctes : l'une commence au moment où il paraît et dure jusqu'à la fin de l'été, époque où il achève de mûrir, c'est-à-dire à l'instant où les feuilles se détachent de l'arbre; la seconde, qui a le printemps pour point de départ, est l'évolution proprement dite du bourgeon, qui s'effectue comme la germination de la graine. Dans les arbres, les bourgeons supérieurs se développent les premiers; dans les arbrisseaux et arbustes, leur évolution est simultanée. Mais ce fait n'est pas absolu : il y a des modes de développement intermédiaires.

Le bourgeon qui joue le rôle le plus important dans l'évolution de la plante est le bourgeon terminal : c'est celui qui a pour fonction de continuer l'élongation de l'axe. C'est le bourgeon primitif, celui qui est apparu avec l'embryon. Il résulte de cette succession, ou de cette suite de générations de bourgeons terminaux, que la branche et les rameaux ne sont que des articles ajoutés bout à bout.

Dans les *acotylédones vasculaires*, qui se rattachent par tant de points aux monocotylédones, c'est par son bourgeon terminal que la plante s'évolue; il en est de même des *monocotylédones*, qui ont été comparés aux articulés; il n'y a pas, dans ces deux embranchements du règne végétal, de bourgeons latéraux ou du moins ils sont très-rares : le bourgeon terminal seul existe, ce qui détermine, chez le plus grand nombre, la simplicité de la tige, composée d'une succession de bourgeons qui en forment comme autant d'articles ou d'anneaux superposés.

Dans les *dicotylédones*, le développement a lieu dans toutes les directions, et chaque branche, rameau ou ramille, se termine par un bourgeon; mais le diamètre de chacun d'eux diminue vers le sommet, de sorte que la tige et toutes les ramifications des végétaux de cet embranchement ont la forme d'un cône, et le nombre des couches ligneuses va en diminuant de bas en haut.

CHAPITRE VI

RAMIFICATIONS.

Du bourgeon naît naturellement la branche, qui en est le résultat évolutif : c'est elle qui, à son tour, portera des bourgeons nouveaux, et perpétuera ainsi la vie dans le végétal jusqu'à sa mort. On peut donc regarder la tige comme l'axe primaire ; et, suivant l'ordre de leur développement, les branches comme des axes secondaires, tertiaires, etc. L'axe secondaire porte le nom de *branche* ; l'axe tertiaire et les suivants, celui de *rameaux* ; et les derniers sont appelés *ramilles* ou *ramuscules*. Au reste, cette nomenclature n'est pas absolue, car les premières branches qui partent de l'axe s'appellent aussi *branches primordiales*, et les suivantes, *branches secondaires*. On réserve communément le nom de *rameaux* pour les branches qui n'ont que de une à trois années de végétation. On retrouve dans l'ordre d'évolution des ramifications la disposition des feuilles, bien que le développement des premières ne soit pas aussi constant que celui des dernières, et que de fréquents avortements aient lieu.

Il s'en faut de beaucoup que le développement des branches soit toujours normal. Suivant les influences locales, il y a souvent une série de bourgeons latéraux qui avortent ; dans certains arbres, la disposition des branches dépend de l'avortement constant d'un certain nombre de bourgeons. Dans la vigne, on voit de distance en distance, d'un côté, une feuille portant quelquefois un bourgeon extra-axillaire, et de l'autre une vrille ou pédoncule avorté, de sorte que la tige et les branches ne sont que le résultat du développement des bourgeons axillaires. L'avortement influe sur la ramification, et peut la faire varier à l'infini. Le contraire a souvent lieu : les bourgeons sont alors multiples, et naissent au-dessus de l'aisselle de la feuille ; d'autres fois, l'absence de symétrie dans la disposition des feuilles vient de l'irrégularité de la position des bourgeons. Dans les végétaux où il se développe des bourgeons multiples, ils donnent naissance à une foule de brindilles qui se développent sans acquérir de dimensions complètes comme les branches.

Dans les végétaux à rhizome ou à tubercule, la ramification a lieu dans le même ordre, à cette exception près, que ce qu'on appelle la *tige* ne doit être regardé que comme rameau : telle est la pomme de terre, dont la tige est le tubercule.

Les végétaux multicaules sont ceux dont l'axe primaire et les branches inférieures sont presque au niveau du sol, et dont les axes tertiaires affectent une direction verticale, ce qui les fait ressembler à autant de tiges distinctes. C'est ce qui se voit dans nos forêts, où les arbres coupés au niveau du sol poussent une foule de rejetons qui peuvent à leur tour devenir de grands arbres, et quelquefois forment des troncs monstrueux en s'entre-greffant.

La ramification donne aux végétaux le caractère particulier qu'on appelle le *port*. Certains arbres ont, comme le peuplier d'Italie, les rameaux dressés le long de la tige, et forment une longue pyramide (Pl. 21, fig. 1); d'autres, comme le sycomore, ont la forme sphérique (fig. 9); le cèdre a les rameaux étalés (fig. 2); dans le *mespilus linearis* les rameaux affectent une horizontalité parfaite et forment un véritable parasol; le saule pleureur les a flexibles et retombant tristement vers la terre (fig. 3); le frêne et le sophora pleureurs ont les branches pendantes, mais renversées et d'une grande rigidité (fig. 4); les branches du pommier sont bizarrement contournées (fig. 6); en un mot, avec l'habitude de voir le mode de disposition raméale des végétaux, on les reconnaît sans peine à distance. Leur longueur réciproque joue dans le port, après la direction, un rôle important : elle concourt à donner à chacun d'eux l'aspect qui le caractérise (Voir la planche 21).

Le point de contact des feuilles avec la tige s'appelle l'*aisselle*, d'où le nom d'*axillaires* donné aux parties qui y prennent leur origine. D'autres divisions ont reçu des noms particuliers : ainsi, on a appelé *scions* les rameaux simples, droits et sans nœuds; *sarments*, les pousses nouvelles flexueuses, très-allongées et remplies de nœuds; les *gourmands* sont des rameaux qui ont pris un développement excessif et détruit la symétrie de l'arbre en absorbant à leur profit toute la séve.

La ramification a communément lieu par progression géométrique et non arithmétique : ainsi, en admettant, ce qui n'a pas toujours lieu, par suite des avortements et des accidents qui empêchent le développement de tous les bourgeons, que le nombre de branches qui

s'est normalement développé soit 5 dans le cours de la première année, il s'en développera 25 la seconde; 125 dans la troisième; 625 dans la quatrième, et ainsi de suite.

Dans les *acotylédones cellulaires*, on ne voit pas de ramifications proprement dites : ce sont tout simplement des divisions, des bifurcations, mais pas de système raméal; dans les *vasculaires*, les frondes se divisent, mais ce ne sont pas encore des branches ou des divisions axillaires.

Dans les *monocotylédones*, un très-petit nombre de végétaux présentent une division raméale; le baquois, le draconier, l'asperge sont dans ce cas. Ce n'est que dans les *dicotylédones* qu'il existe un véritable système raméal; aussi est-ce à lui que se rapporte tout ce qui précède sur la ramification.

L'aphorisme des racines et des tiges est le suivant : Toute radicule est simple; dans les monocotylédones, elle est courte et se tronque peu de temps après la germination; c'est alors que des radicelles se développent autour de la partie tronquée. Dans les dicotylédones, la radicule existe toujours, et forme sans exception le corps ou le pivot de la racine.

Il n'existe pas de végétal cotylédoné sans tige, même dans les végétaux dits acaules, dont la tige est seulement abrégée, ceux qui sont pourvus d'une hampe ont une tige souterraine; c'est pourquoi il n'y a ni feuille, ni fleur partant directement de la racine. Dans les monocotylédones, chaque fois que le support de la fleur est simple, il y a une tige souterraine. On doit donner le nom de *tige* à toute partie du végétal portant des feuilles.

CHAPITRE VII

FEUILLES.

La feuille est un des organes les plus importants du végétal ; c'est par elle que la séve ascendante viendrait se mettre en contact avec l'air ambiant, pour subir les modifications qui doivent la convertir en fluide nourricier.

Les éléments de la feuille préexistent dans le bourgeon, et l'on a donné le nom de *préfoliation* à la disposition de ses éléments rudimentaires dans le bourgeon, avant son développement ; c'est ce que Linné avait appelé la *foliation*. Pendant longtemps on n'a attaché aucune importance à la disposition qu'affecte la feuille dans le bourgeon ; mais aujourd'hui qu'on a reconnu que la préfoliation est un caractère constant dans le même ordre naturel, et qui sert à retrouver les groupes difficiles à étudier, on l'a adoptée comme base nécessaire de toute diagnose. On a divisé les préfoliations en quinze groupes.

La plus simple est la *préfoliation applicative* (Pl. 22, fig. 1) ; c'est celle dans laquelle les feuilles sont appliquées les unes contre les autres sans la moindre plicature : elle est commune à la plupart des plantes monocotylédones, et l'on en trouve des exemples dans les narcisses, les amaryllis et les aloès.

La *préfoliation plicative* ou *plissée* (fig. 2) existe quand les feuilles sont pliées horizontalement et affectent la forme d'un éventail fermé : le chamærops, la vigne et le groseillier.

Semi-amplexative, semi-amplective ou *demi-embrassante* (fig. 3). Ce sont celles dont chaque moitié de feuille est placée entre les deux plans de la feuille opposée : la saponaire ; ou repliée sur leur nervure : l'œillet.

Amplexative, amplective, embrassée, complective, complicative (fig. 4), lorsque les disques des feuilles, s'embrassant alternativement, se recouvrent par le côté et le sommet : les iris, les carex.

Condupliative (fig. 5), quand les feuilles, pliées en deux sur leur face interne, sont côte à côte sans s'embrasser : le hêtre, le noyer, le pois, le rosier.

Imbricative (fig. 6), quand les feuilles se recouvrent en imbrication : le mélèze.

Équitative (fig. 7). Les feuilles de cette sorte, pliées moitié sur moitié, s'appliquent ou tendent à s'appliquer face contre face : le troëne, le seringat.

Circinale (fig. 8). Ce sont les feuilles roulées en crosse, comme dans les fougères.

Convolutive (fig. 9). Ce sont les feuilles roulées en cornet, comme dans le bananier, les balisiers, les arum, le salsifis.

Obvolutive. Les feuilles de cette sorte, pliées en gouttière par la face interne, entrent mutuellement par un de leurs bords dans les disques correspondants : l'abricotier, les sauges.

Involutive (fig. 10), quand, les rudiments foliaires étant en regard, les bords des disques sont roulés en dedans : le pommier, le peuplier, le poirier, les chèvrefeuilles.

Révolutive (fig. 11). C'est l'inverse de la disposition qui précède; les feuilles sont roulées en dehors : le romarin, les germandrées, la primevère.

Réclinative (fig. 12), quand le disque des feuilles est réfléchi une ou plusieurs fois sur le pétiole, et descend même au-dessous. Lorsque cette disposition est à peine sensible, on l'appelle alors *curvative* : l'aconit napel, l'*adoxa moschatellina*.

Congestive, lorsque les disques des feuilles sont pliés irrégulièrement et réunis en une masse confuse : le *daphne gnidium*.

Crispative, quand le plissement est à petits plis et comme frisé : le *malva crispa*.

La feuille est un organe appendiculaire de forme lamellaire, prenant naissance aux nœuds vitaux. Elles se composent, dans la plupart des végétaux, d'un support, nommé vulgairement *queue*, et qu'on appelle botaniquement *pétiole*; d'une partie plus ou moins élargie, mince, qui constitue la feuille véritable, à laquelle on applique le mot *limbe*; ces feuilles sont dites *pétiolées*, tandis que celles dont le limbe ou la lame prend naissance au sortir même du rameau sans avoir de pétiole sont dites *sessiles*.

Les pétioles varient de longueur et de forme : ils sont *cylindriques* dans la capucine, *semi-cylindriques* dans la clématite des haies; mais le plus communément ils sont *canaliculés* ou creusés en gouttière. Dans la macre, les pétioles sont *renflés*, et dans le peuplier, *com-*

primés. Leur direction est le plus souvent perpendiculaire à l'axe ; d'autres fois elle est diagonale. Dans un petit nombre de cas, comme cela se voit dans la clématite et la fumeterre, ils font l'office de vrilles, et s'enroulent autour des corps environnants. Certains pétioles, élargis à leur base, sont *amplexicaules* : les renoncules et les ombellifères en présentent des exemples; souvent aussi ils ne sont que *semi-amplexicaules*. Dans les monocotylédones, le pétiole forme une gaîne plus ou moins complète ; elle est entière dans les cypéracées, et fendue dans les graminées. Quelques pétioles sont *auriculés*, comme dans l'oranger. Dans la dionée attrape-mouches, il est *ailé*. Le *sarracenia* a un pétiole en godet ; et le *nepenthes* porte à son extrémité, au lieu du limbe foliaire, une urne fermée par un opercule. Quelquefois le pétiole existe seul, l'épanouissement du limbe n'ayant pas eu lieu, comme dans le buplèvre des Pyrénées. Le *scirpus palustris* n'a conservé que sa gaîne ; et dans un grand nombre de mimosées, les feuilles composées, propres à cette tribu, sont remplacées par un pétiole aplati qui ressemble à une feuille simple, et auquel on a donné le nom de *phyllode*. On distingue le pétiole de la feuille à la direction de ses nervures, qui, au lieu de s'étaler en divergeant, conservent un parallélisme semblable à celui qu'on remarque dans les graminées et dans les feuilles de la plupart des monocotylédones qui ont une apparence pétiolaire. Ce n'est que dans un petit nombre de cas qu'il y a avortement complet ; et dans ce cas, la plante est dite *aphylle*. L'*indigofera juncea*, dont les feuilles, entièrement dépourvues de lame, ressemblent à du jonc, présente cette oblitération du limbe. Les écailles des orobanches et des *ruscus* sont des feuilles à l'état rudimentaire, sans qu'on puisse décider si ce sont des pétioles sans lames, ou des lames sans pétioles.

Dans les feuilles composées, le pétiole commun, le long duquel sont échelonnées les folioles, prend le nom de *rachis*, et le pétiole propre à chaque foliole s'appelle *pétiolule*.

Le pétiole, en quittant l'axe, ne reste en rapport avec ce dernier que par une surface de peu d'étendue. Dans une foule de circonstances, comme cela se voit dans les végétaux à feuilles caduques, il forme une articulation qui est destinée à abandonner la tige sans rupture, dès que la période annuelle de la végétation sera passée. On trouve un double système d'articulation dans certains systèmes de feuilles : telles sont les feuilles du marronnier d'Inde, qui sont doublement

articulées; le pétiole est articulé sur l'axe, et les feuilles sont chacune articulées sur un épanouissement supérieur du pétiole. Dans les arbres à feuilles persistantes ou toujours verts, le renouvellement des feuilles est partiel, ce qui fait que ces végétaux ne sont jamais entièrement dépouillés de leur parure.

Après que le pétiole a quitté l'axe, il reste une partie saillante appelée *coussinet*, dont le sommet, qui servait de base au pétiole, garde encore l'empreinte des vaisseaux qui ont porté les sucs nourriciers dans la feuille et l'ont mise en rapport avec la plante.

Le limbe de la feuille a deux faces, l'une supérieure tournée vers le ciel, l'autre inférieure qui regarde la terre. La face supérieure est plus lisse, plus luisante, moins chargée de poils, d'un vert plus intense que la face inférieure qui est plus mate, plus velue et où les nervures se montrent d'une manière plus apparente. Le point de rencontre des deux faces s'appelle *bord* et *marge*; la pointe, le *sommet*, et la partie sur laquelle le limbe est soudé au pétiole, la *base*.

Le pétiole, en pénétrant dans le limbe, se divise en nombreuses ramifications pour constituer les *nervures :* celle qui prolonge le pétiole et s'étend de la base au sommet, se nomme *nervure médiane* ou *moyenne;* celles qui naissent de la nervure moyenne sont les nervures *secondaires, latérales* ou *transverses;* et quand elles partent de la base de la lame, elles prennent le nom de nervures *longitudinales;* les ramifications des nervures secondaires sont appelées nervures *tertiaires* ou *veines*, et les dernières ramifications sont les *veinules*. Les nervures sont d'autant moins saillantes qu'elles appartiennent à des ramifications plus éloignées de la nervure médiane.

On a donné le nom de *nervation* à la disposition des nervures : elle mérite d'autant plus d'être étudiée qu'elle sert à distinguer les monocotylédones des dicotylédones. Dans cette première classe, les nervures sont simples, c'est-à-dire non ramifiées, partent généralement de la base de la feuille et la parcourent dans sa longueur, comme cela se voit dans l'*amaryllis vittata* (Pl. 34, fig. 1). Cependant les *arum*, les *smilax*, ont des nervures ramifiées qui partent de la côte moyenne, ce qui ne permet pas d'établir cette loi d'une manière absolue. Dans les dicotylédones, au contraire, les nervures secondaires se ramifient à l'infini, partent de la nervure moyenne, comme dans le figuier (fig. 6), ou de la base, comme dans les mé-

lastomes, et sont réunies par des veines anastomosées. La disposition des nervures des monocotylédones a fait appeler ces feuilles *recti-nerves* (Pl. 34, fig. 1); exemple : l'*amaryllis vittata* et la plupart des graminées. Dans le gincko (fig. 5) les nervures sont divergentes comme les plis d'un éventail, la feuille est dite *palminerve*. Lorsque les nervures longitudinales sont arquées et convergentes (fig. 3), on appelle la feuille *curvinerve*. Suivant le nombre des nervures, les feuilles sont dites *trinerves* (fig. 2), *quinquenerves*, *septemnerves*, etc. Dans le hêtre, elles sont disposées comme la barbe d'une plume, d'où le nom de *penninerves* (fig. 4). Si les nervures, au lieu de converger, s'étendent en rayonnant, les feuilles sont dites *peltinerves* (fig. 7) : la capucine. Quand les nervures partant plusieurs de la base du limbe se dirigent en divergeant dans plusieurs directions, de telle sorte qu'elles simulent les doigts d'une main ouverte (fig. 6), on dit que les feuilles sont *digitinerves* ou *palminerves*, comme dans la vigne, le ricin, plusieurs malvacées. Une variété de la nervation palmée est la *pédalinerve*, dans laquelle une nervure médiane très-courte donne naissance à deux nervures latérales divergentes, comme cela se voit dans le genre *helleborus*.

La disposition des nervures influe beaucoup sur la forme des feuilles : les rectinerves sont nécessairement linéaires, et celles où elles rayonnent sont plus généralement orbiculaires. On peut dire que la disposition des nervures détermine la forme de la feuille, dont elles constituent le squelette ou l'appareil osseux.

Le parenchyme manque plus ou moins dans certaines feuilles; dans l'*hydrogeton fenestralis*, il manque même entièrement, et la feuille est dite *disséquée*; elle est dite *pertuse*, quand il ne manque que par places comme dans certaines aroïdées. Les feuilles *mucronées* sont celles dont le parenchyme n'accompagne pas jusqu'au bout la nervure médiane, qui alors se prolonge en une petite pointe nommée *mucron*; quand la pointe est peu sensible, les feuilles sont dites *apiculées*; dans les chardons, les nervures font saillie en dehors du parenchyme et sont très-dures et piquantes, les feuilles sont dites *épineuses*.

L'excès de parenchyme forme, à la surface des feuilles, des irrégularités, puis des boursouflures, qui ont fait donner aux feuilles offrant de petites proéminences, comme dans le *phlomis fruticosa*, le nom de feuilles *ridées*, et à celles dans lesquelles elles sont plus

sensibles, celui de feuilles *bullées, cloquées*; quand cet excès a lieu au bord de la feuille, elle est dite *crépue* : la *malva crispa*.

La diversité de la forme des feuilles est si grande, qu'on ne peut espérer d'en décrire toutes les modifications. Il y a deux sortes de feuilles : les feuilles *simples* et les feuilles *composées*.

Les feuilles simples sont celles qui, entières ou lobées, ont un limbe partant d'un même point et dont la nervation a une origine commune. La forme la plus ordinaire est la forme *elliptique* (Pl. 36, fig. 3). La feuille *oblongue* (Pl. 36, fig. 7) est celle dont la largeur est le tiers de sa longueur; la feuille *ovale* (Pl. 36, fig. 4) présente la coupe longitudinale d'un œuf; l'*obovale* est la forme précédente, mais renversée (Pl. 36, fig. 3); la feuille *lancéolée* (Pl. 35, fig. 6) va en diminuant à partir du milieu jusqu'aux deux extrémités; elle est *obtuse*, quand elle est arrondie au sommet seul (Pl. 36, fig. 3, 12, 13); *aiguë*, quand elle se termine en pointe (fig. 8); *acuminée*, lorsque la pointe se prolonge de manière à former une languette (fig. 6); si, au lieu de ce prolongement, elle présente une échancrure (fig. 11), elle est dite *émarginée*. On appelle feuille *peltée* celle qui est ronde et dont le pétiole est attaché au centre (fig. 1), comme dans la capucine. Quand le limbe est ovale et la base prolongée de chaque côté en lobes arrondis, elle est dite en forme de cœur, et *cordée* ou *cordiforme* (Pl. 36, fig. 13). Si à cette structure de la base elle a plus de largeur que de longueur (fig. 14), on lui applique l'épithète de *réniforme*; elle est *sagittée*, quand ces deux lobes aigus s'écartent du pétiole, comme un fer de flèche (Pl. 37, fig. 4), et *hastée*, quand ils sont perpendiculaires au pétiole (fig. 5, 6). La feuille *linéaire* est celle dont les deux bords, peu distants l'un de l'autre, sont parallèles (Pl. 35, fig. 11, et Pl. 36, fig. 9); si elle se rétrécit insensiblement de la base au sommet en une pointe aiguë, elle prend le nom de *subulée*; on dit qu'elle est *acéreuse* ou en *aiguille*, quand elle est fine, longue et résistante, comme dans les pins (Pl. 35, fig. 13). La feuille qui a la figure d'un glaive est dite *ensiforme* : l'iris (Pl. 35, fig. 7); elle est *falciforme* et *spatulée* dans certaines ficoïdes (fig. 4, 5). Lorsque le limbe est partagé par la nervure médiane en deux moitiés inégales, ou qu'un des lobes inférieurs est plus grand (Pl. 39, fig. 5, 8), la feuille est dite *inéquilatérale* : l'orme; dans le *begonia*, elle est de plus *oblique* (Pl. 36, fig. 16).

Entre la feuille simple et la feuille composée, il y a une variété infinie de nuances. La feuille simple peut être finement dentelée sur ses bords (Pl. 36, fig. 7), ou si profondément découpée (Pl. 37, fig. 17), qu'il ne reste pas trace de tissu entre la nervure médiane et le limbe. On ne connaît pas la loi qui influe sur la forme des feuilles ; seulement, on a remarqué que la culture produit, dans les types à feuilles entières, des variétés à feuilles laciniées (tel est le sureau commun), et que, dans les espèces à feuilles découpées, les feuilles les plus jeunes et celles qui avoisinent la base de la plante sont communément entières. Ce sont, au reste, toujours les nervures qui servent de charpente aux feuilles des différentes formes. Les unes ont des dents fines et aiguës sur leurs bords, et sont dites *dentées* lorsque les dents sont perpendiculaires au bord (Pl. 37, fig. 9, 10) comme celles d'une scie de scieur de bois ; et *dentelées* ou *serretées* si les dents sont obliques comme celles des scies de menuisier, et dirigées vers le sommet de la feuille (Pl. 35, fig. 3, 6, et Pl. 37, fig. 16). Dans les feuilles *crénelées*, au contraire, les dents sont arrondies et les intervalles aigus (Pl. 36, fig. 1, 10). Lorsque les dents ou les crénelures sont divisées, la feuille est dite deux fois dentée, deux fois crénelée, etc. La feuille *incisée* est celle dont les dents sont irrégulières, profondes et très-inégales ; la feuille *sinuée* a des découpures larges et obtuses. Les feuilles *lobées* (Pl. 37, fig. 11 à 15) sont celles dont les découpures s'étendent à peu près jusqu'au milieu de la feuille, et qui sont aussi larges que longues ; suivant le nombre des lobes, elles sont dites *bilobées* (fig. 13), *trilobées* (fig. 14), *quadrilobées* (fig. 11), *quinquélobées* (fig. 12, 15). Lorsque les découpures s'étendent au delà de la moitié du limbe, et que les lanières qui en résultent sont plus longues que larges, les feuilles sont dites fendues ou laciniées, et on emploie l'épithète *fides* pour désigner cet état, en la faisant précéder des mots : *pennati*, pour indiquer que les lanières sont disposées de chaque côté de la nervure médiane, comme les barbes d'une plume (Pl. 37, fig. 8), et *palmati*, lorsque ces divisions de feuilles affectent la disposition des doigts écartés de la main (Pl. 34, fig. 6). Les dénominations de feuilles *bifides*, *trifides*, *quadrifides*, *quinquéfides* et *multifides*, indiquent le nombre de lanières ainsi disposées. La feuille *lyrée* est une feuille pinnatifide dont le lobe terminal est élargi ; elle est *roncinée*, quand les divisions se dirigent de haut en bas (Pl. 38, fig. 3) ; les

feuilles *laciniées* sont celles dont les lanières sont profondes et irrégulières. Il arrive parfois que des feuilles *pennatifides* ont les lanières elles-mêmes découpées latéralement; ces feuilles, ainsi deux fois découpées, sont dites bipennatifides. Si les lanières de second ordre sont à leur tour divisées, on dit que la feuille est *tripennatifide;* l'épithète de *multifides* est employée quand la division dépasse ce troisième degré.

La découpure d'une feuille simple peut pénétrer encore plus profondément dans le limbe; quand elle atteint aux trois quarts et au delà, les feuilles sont dites partagées, et l'expression de *partites* remplace celle de *fides*. On dit alors *pennatipartites* (Pl. 38, fig. 5), *bipennatipartites*, *tripennatipartites* (fig. 12), ou *palmatipartites*, suivant la disposition qu'affectent les partitions. La feuille *pédalée, pédiaire, pédatipartite,* est celle dont la nervure médiane est très-courte, et dont les nervures secondaires s'épanouissent latéralement et forment à droite et à gauche deux systèmes distincts, comme dans l'hellébore fétide (Pl. 37, fig. 17). Enfin, si la division du limbe s'étend jusqu'à la nervure médiane, la feuille est dite découpée; chaque partie, ressemblant à une petite feuille, prend le nom de segment, et le mot *séquées* est substitué au mot *partites* pour indiquer la disposition de l'ensemble; de là les feuilles *pennatiséquées* (Pl. 40, fig. 7, 8, 9 et 10), *bipennatiséquées* (fig. 12), *multiséquées* (fig. 13) et *palmatiséquées*. Ces sortes de feuilles qu'on rencontre dans l'œillet d'Inde, établissent le passage de la feuille simple à la feuille composée avec laquelle on les confond souvent. La seule différence qui les distingue, c'est que leurs segments sont portés par un petit pétiole qui n'est qu'une ramification de la nervure médiane sans renflement à sa base (Pl. 40, fig. 3, 13), et non articulé sur le pétiole commun, comme chez la feuille composée; il en résulte qu'il est difficile d'enlever un de ces segments sans déchirer une portion de la nervure médiane, qui a toute l'apparence d'un pétiole commun, et que, à la chute des feuilles, la feuille pennatiséquée tombe tout entière sans perdre un seul de ses segments.

La *feuille composée*, au contraire, est un ensemble de petites feuilles nommées *folioles*, munies d'un petit support appelé *pétiolule*, qui est renflé à sa base (Pl. 40, fig. 2), articulé sur le pétiole commun qui prend le nom de *rachis*, et duquel il peut se séparer, par désarticulation, sans endommager ses tissus. A la chute des feuilles, les

folioles d'une même feuille peuvent se détacher successivement du rachis, qui, lui, peut rester encore attaché à la branche, après avoir été dépouillé de tous ces appendices foliacés.

Les feuilles composées présentent deux formes générales, comme les feuilles simples découpées. Quand les folioles sont disposées de chaque côté du rachis, comme dans le robinia faux acacia, le caroubier (Pl. 40, fig. 5), elles sont dites simplement *pennées*, sans qu'il soit nécessaire d'y rapporter le mot *composé;* on les appelle *palmées* ou *digitées*, lorsque les folioles partent toutes du sommet du pétiole commun, ce qui se voit dans le marronnier.

Les feuilles composées peuvent être plusieurs fois décomposées. Elles sont *bipennées* quand les folioles sont fixées à un pétiole secondaire articulé sur le pétiole commun (Pl. 40, fig. 11), et *tripennées*, quand c'est un pétiole tertiaire qui porte les folioles. Dans les feuilles palmées ou digitées, la décomposition n'a lieu généralement que pour celles dont les folioles sont disposées par trois, et qu'on appelle *trifoliolées* ou *ternées* (Pl. 40, fig. 3); elles sont dites *biternées* lorsque les trois folioles sont portées au sommet de pétioles secondaires, réunies par trois, cinq même, au sommet du pétiole commun (Pl. 40, fig. 2), et *triternées* quand elles naissent sur les pétioles de troisième division.

Le nombre de folioles, constituant les feuilles composées, est très-variable. Pour les feuilles palmées, il est généralement impair; on les dit *trifoliolées*, *quinquéfoliolées* (Pl. 40, fig. 1, 4). Dans les feuilles pennées, on trouve les nombres pair et impair; de là les épithètes de feuilles *paripennées* et feuilles *imparipennées*, pour indiquer que dans le premier cas, la feuille n'est pas terminée par une foliole (Pl. 40, fig. 5, 15), et que dans le second, il y a une foliole terminale. Les folioles des feuilles pennées peuvent être alternes ou opposées sur le rachis ou pétiole commun; d'où les qualifications de *alternatipennées* (Pl. 40, fig. 8) et *oppositipennées* (fig. 5 et 11). On compte ordinairement les folioles des feuilles *oppositipennées*, par paire, et l'on dit : *unijuguée*, *bijuguée*, *trijuguée*, etc., pour une, deux, trois paires.

Les feuilles charnues ou grasses échappent à cette nomenclature; elles affectent des formes qu'on ne trouve pas dans les feuilles, dont le limbe est mince et papyracé; elles présentent donc dans leurs formes des solides et non des figures planes : c'est dans trois familles qu'on

les trouve, telles que les cactées, les crassulacées et les ficoïdes, qui se composent de végétaux à feuilles exclusivement charnues; elles sont rares dans les autres groupes. Les feuilles de cette sorte sont *cylindriques, semi-cylindriques, triquètres* ou à trois faces (Pl. 35, fig. 9), *deltoïdes, acinaciformes* ou en forme de sabre (Pl. 35, fig. 5), *dolabriformes* (fig. 4) ou en doloire, linguiformes (fig. 1). Elles n'ont pas la structure des autres feuilles; on n'y distingue pas de nervures, et même leur dissection ne montre pas une direction régulière dans le faisceau fibro-vasculaire.

Dans les monocotylédones, on trouve des feuilles qui présentent dans leur structure une anomalie remarquable : elles sont, comme dans l'oignon, composées d'un tube creux effilé à la pointe, et elles sont dites *fistuleuses* (Pl. 35, fig. 12); ou bien la moelle forme de distance en distance des diaphragmes, et elles sont dites *cloisonnées*, comme cela se voit dans les joncs.

Sous le rapport des dimensions, les feuilles présentent autant de variété que dans la forme : tandis que le serpolet a des feuilles petites, le mélèze plus petites encore, le bananier a des feuilles longues de 2 mètres, avec un limbe de 30 à 40 centimètres de largeur; celles du chou palmiste ont 3 mètres, et leur pétiole peut contenir jusqu'à six litres de liquide. On ne peut, au reste, établir aucun rapport entre la grandeur des végétaux et le développement superficiel de leurs feuilles.

La position des feuilles sur la tige n'est pas la même dans toutes les plantes. Dans le poirier, le tabac, par exemple, elles naissent isolément à chaque nœud vital, et paraissent disposées sans ordre, sur les rameaux; elles sont dites, dans ce cas, *alternes* ou *éparses* (Pl. 42, fig. 1, 2, 6, 18), termes très-inexacts, car elles sont, au contraire, disposées dans un ordre parfait, ainsi qu'il sera démontré plus loin. Dans quelques cas, ces feuilles alternes affectent un arrangement très-régulier sur deux rangs longitudinaux; c'est ce que montre l'orme, le tilleul; on les appelle *feuilles distiques* (fig. 4); lorsqu'il y a deux feuilles à chaque nœud vital, et qu'elles sont placées l'une en face de l'autre, comme les bras d'une croix, on les dit *opposées;* la véronique, la verveine en offrent un exemple (fig. 5, 6); quand elles se trouvent en plus grand nombre, formant une sorte de collerette autour du rameau, comme on le voit dans la *lysimachia vulgaris*, la parisette (fig. 7), on les désigne par l'épithète de *verticil-*

lées. Les feuilles dites *fasciculées* (fig. 11, 12), comme dans le cèdre, sont des feuilles alternes dont le rameau est très-raccourci ; elles se trouvent par ce fait rapprochées en bouquet et paraissent naître du même point. Les feuilles roselées ou en rosette (fig. 2, 13) sont également des feuilles alternes très-rapprochées sur une souche souterraine raccourcie.

La disposition des feuilles sur leur tige n'est pas arbitraire : elle est géométrique, c'est-à-dire qu'elle présente des lois constantes qui n'ont été étudiées que dans ces dernières années, bien que le célèbre Bonnet, et bien avant lui Th. Brown, en 1658, et Malpighi, aient remarqué la disposition spirale des organes appendiculaires. Ils constatèrent l'existence de la spirale quinconciale ou quinaire comme la plus commune. C'est à M. Braun, en Allemagne, et à M. Bravais, en France, qu'on doit les travaux les plus récents et les plus complets sur cette matière. On a assez inutilement donné à cette branche de la science, qui n'en constitue qu'un point, le nom de *phyllotaxie;* car les déductions philosophiques qu'on en peut tirer sont négatives; on sait seulement que la disposition des feuilles est géométrique et rentre dans un petit nombre de lois faciles à déterminer dans un grand nombre de cas. En examinant avec attention l'arrangement des feuilles, on peut les ramener à une disposition primitive circulaire, ou cycle, qui, en s'évoluant, donne naissance à une spire plus ou moins allongée, et qui ne se compose pas toujours du même nombre d'éléments. Il est facile de comprendre la cause de ce phénomène : la disposition des feuilles dans le bourgeon présente les éléments foliacés disposés en verticilles superposés sur un axe très-court qui affecte, en se développant, la forme conique ; il en résulte un arrangement spiral qui n'est cependant pas si invariable que la spire tourne toujours dans le même sens : elle est tantôt tournée de droite à gauche et tantôt de gauche à droite. En prenant pour exemple un des cas les plus simples, nous verrons dans le cerisier, le pêcher, le peuplier, une disposition quinaire ou quinconciale (Pl. 43, fig. 3), c'est-à-dire que cinq feuilles se trouvent disposées en divergeant autour de l'axe, et après une double révolution, la sixième feuille vient se placer directement au-dessus de la première, et recommencer une nouvelle série. Cette disposition a été désignée par la fraction $\frac{2}{5}$: le numérateur indique le nombre de tours de la spire, et le dénominateur le nombre de feuilles qui remplissent cet

intervalle. Dans le tilleul, les rapports sont plus simples : le cycle est de deux feuilles seulement, et cette disposition est indiquée par la fraction $\frac{1}{2}$. Il ne faut donc que deux feuilles pour un tour de spire, et le cycle recommence (fig. 2) ; ce sont les feuilles *distiques*. Dans les cypéracées, elles sont *tristiques* ; il en faut donc trois pour chaque cycle désigné par $\frac{1}{3}$. Pour arriver à la désignation de la fraction qui représente cet arrangement, il faut avoir égard à la distance d'une feuille à celle qui est au-dessus, et dont l'écartement, appelé *divergence*, répond à une des divisions d'un cercle sur lequel tout le cycle serait disposé horizontalement. Ainsi, $\frac{1}{2}$ indique qu'il y a une demi-circonférence entre une feuille et l'autre ; $\frac{2}{5}$, que l'écartement d'une feuille à l'autre est de deux cinquièmes de la circonférence du rameau, etc. C'est là le véritable sens de la notation, dont l'angle de divergence est la base. Dans les feuilles alternes, les angles de divergence les plus communs sont :

$$\frac{1}{2},\ \frac{1}{3},\ \frac{2}{5},\ \frac{3}{8},\ \frac{5}{13},\ \frac{8}{21}.$$

Il s'en faut de beaucoup que cet arrangement soit régulier ; on trouve interposées à la première spirale, appelée *spirale génératrice* ou *primitive*, des *spirales secondaires*, qui sont quelquefois parallèles à la *spirale primitive*, et d'autres fois affectent un enroulement inverse, qui ne représente qu'une partie des feuilles de la tige. Quelquefois on trouve deux ou trois spirales qui s'élèvent en même temps et se partagent les feuilles de la tige, et alors la difficulté commence : il faut retrouver, au milieu de cette confusion apparente, l'ordre primitif, et en déduire l'arrangement secondaire. On y arrive avec assez de peine dans le principe, en déduisant les spirales secondaires qu'on élimine pour arriver à la spirale primitive. Les nombreuses divergences que présente la disposition géométrique des feuilles dont les changements de direction ne sont pas appréciés, diminuent l'importance de cette étude et lui enlèvent une partie de son utilité pratique.

La disposition spirale se retrouve dans les feuilles opposées et verticillées, car ce sont encore des cycles superposés, et dans ce cas c'est une spirale continue, qui toutefois pourtant, dans l'arrangement verticillaire, présente cette loi, que les feuilles d'un verticille ne se trouvent pas placées directement au-dessus de celles du verticille

inférieur, de sorte que, pour retrouver la correspondance d'un verticille à un autre, il faut en compter plusieurs, ce qui rentre dans l'arrangement des feuilles alternes. On en retranche alors un certain nombre de feuilles pour rentrer dans l'ordre spiral; dans tous les cas, il faut regarder, dans les feuilles opposées ou verticillées, leur arrangement comme résultant de plusieurs spirales courant parallèlement. Ce qui jette de la confusion dans cette loi, c'est qu'on trouve dans certains végétaux un passage de l'ordre opposé à l'ordre alterne, surtout dans les parties supérieures des rameaux. La disposition géométrique des organes appendiculaires n'intéresse pas seulement les organes foliacés, mais les bractées et les fruits en strobile, où les écailles affectent également l'arrangement spiral.

En examinant attentivement les découvertes de la phyllotaxie, on n'y reconnaît qu'un petit nombre de lois fixes et beaucoup d'anomalies et d'incertitudes; cependant elle rendrait des services si l'on pouvait arriver à constater la loi fondamentale de la disposition géométrique des feuilles, et l'on pourrait s'en servir comme d'un auxiliaire dans la diagnose. Jusqu'à ce moment, elle est entourée d'obscurité, et les savants mémoires des auteurs de cette découverte sont assez difficiles à comprendre pour qu'on ne puisse s'en servir pratiquement; c'est pourquoi nous nous bornons à la signaler, sans entrer dans des développements qui ne peuvent prendre place dans un ouvrage élémentaire.

Agardh, sans se jeter dans des considérations si savantes, admet qu'il y a dans les feuilles trois dispositions normales : les feuilles *opposées*, les feuilles en *spirale quinaire*, et celles en *spirale ternaire*, dispositions qui se retrouvent le plus souvent dans les parties de la fleur. Il croit, ce qui semble prématuré (mais cependant avec une tendance plus pratique que la théorie des auteurs de la phyllotaxie), que cette disposition des feuilles deviendra la base des sections du règne végétal.

Les feuilles contractent facilement entre elles des soudures. Ce phénomène, qui est plus ou moins constant, s'opère fréquemment chez certaines espèces à feuilles opposées; elles se soudent par leurs bases de manière à former, comme une feuille unique, une sorte de disque, comme dans le chèvrefeuille, ou un godet, ce que présente le chardon à foulon (Pl. 41, fig. 7), traversée dans l'un et l'autre cas par la tige; on donne à ces feuilles le nom de *connées*. D'autres fois,

ce sont les deux lobes inférieurs d'une feuille alterne sessile qui se soudent de l'autre côté du point d'insertion du limbe, formant ainsi une espèce de collerette entière, traversée par la tige, non plus au centre comme dans les feuilles connées du chèvrefeuille, mais un peu au-dessus du bord; c'est ce qu'on appelle *feuilles perfoliées;* le *buplevrum perfoliatum* en offre un exemple (Pl. 41, fig. 4). Dans d'autres cas, la soudure ne s'opère plus entre feuilles, mais avec la tige ou le rameau. Les deux lobes inférieurs de la feuille, au lieu de se souder ensemble, comme dans la feuille *perfoliée,* se soudent chacun de leur côté, longitudinalement, par un de leurs bords, avec la tige, qui, dans cette partie, se trouve munie de deux ailes, si les feuilles sont alternes, et de quatre dans les plantes à feuilles opposées. On appelle *décurrentes* les feuilles dont la base du limbe se prolonge ainsi sur l'axe qui les porte. Enfin, lorsqu'une feuille sessile est attachée par sa base élargie sur la moitié au moins de la périphérie de la tige, elle est dite *amplexicaule* (Pl. 41, fig. 6); et si c'est le pétiole qui est dilaté et qui enveloppe la tige comme dans une gaîne, on dit que la feuille est *engaînante* (Pl. 41, fig. 9 et 10) ou *semi-engaînante* (fig. 8).

On appelle feuilles *radicales* celles qui naissent du collet de la racine sans tige apparente, comme dans la pâquerette (Pl. 41, fig. 1); *caulinaires*, celles portées par la tige : l'euphorbe, le tabac (fig. 2, 17); *raméales,* par les rameaux; *floréales,* celles qui accompagnent les fleurs sans avoir modifié leur forme et leur couleur : le chèvrefeuille.

Dans leurs rapports avec l'axe qui les porte, elles sont *horizontales* (fig. 7, 8), *obliques* (fig. 9), *verticales, imbriquées* (fig. 12), *pendantes* (fig. 17).

Sous le rapport de la durée, elles sont *caduques* lorsqu'elles quittent la tige et meurent à la fin de la saison, ce qui a lieu pour la plupart de nos végétaux; d'autres ne se détachent que l'année suivante; elles sont *persistantes* lorsqu'elles restent plusieurs années, comme dans le lierre, le buis, le houx.

Sous le rapport de la couleur, les feuilles sont, dans la plupart des végétaux, d'une couleur verte plus ou moins intense : d'un vert jaune dans l'arroche des jardins, elles sont d'un vert obscur dans le lierre, et glauque dans le chou; mais ce ne sont que les différentes nuances d'un système uniforme de coloration. On trouve dans les *cyclamen*, dans un *tradescantia*, dans plusieurs espèces de *begonia* et de *cala-*

dium, la face inférieure rouge ou violette; l'amaranthe tricolore a les feuilles rouges, vertes et jaunes; la baselle présente deux variétés, une verte et l'autre rouge, particularité qui se trouve également dans l'arroche et la bette ou poirée à cardes. Certains végétaux ont les feuilles décolorées par suite d'une altération du parenchyme semblable à l'*albinisme* des animaux; elles le sont rarement en entier; ce n'est le plus souvent qu'une portion du limbe qui souffre de cette altération : ainsi, dans l'*aucuba japonica*, la feuille est tachetée de jaune; dans le phalaris à feuilles panachées, c'est une partie du limbe qui porte de longs rubans décolorés; dans la sauge à feuilles panachées, ce sont de larges macules. Le *mélanisme* n'existe pas dans le règne végétal : c'est, en général, le pourpre qui remplace le noir; nous connaissons une magnifique variété de hêtre dont les feuilles sont d'un pourpre obscur, et une variété de noisetier qui affecte la même coloration.

La couleur des feuilles change à l'automne : elle devient d'un beau jaune citron dans le bouleau, le poirier, le pommier, l'orme, le frêne. Certains arbres, cependant, résistent à l'influence des froids : ainsi les feuilles de l'aune tombent encore vertes; celles du chêne sont brunes, sans avoir passé par le jaune. Dans les arbres à fruits rouges, les feuilles se colorent à l'automne en un rouge souvent très-vif, ce que nous voyons dans le sorbier, le cerisier, le groseillier, l'épine-vinette, la vigne, le sumac. Un fait remarquable, c'est que les feuilles rouges reprennent leur couleur verte par la potasse, et les jaunes redeviennent vertes par l'action du sulfate de fer.

Quand la dessiccation s'empare des feuilles de tous les végétaux, elles passent à cette couleur brune qu'on appelle *feuille morte*, due à un extractif qui devient brun par l'action de l'oxygène.

Le nombre des végétaux à feuilles persistantes s'accroît à mesure qu'on se dirige vers le sud; ce qui n'empêche pas que sous les tropiques il n'y ait, pendant la saison aride, des arbres qui se dépouillent de leur feuillage.

Suivant l'époque de leur évolution, les feuilles ont reçu différents noms : on appelle feuilles *séminales* les cotylédons développés; *primordiales*, celles qui succèdent aux feuilles séminales, et *caractéristiques*, celles qui se développent ensuite et portent le caractère propre à l'espèce; car les deux premières ont une forme différente.

Sous le rapport taxonomique, les feuilles sont d'un grand secours;

ce n'est pas tant la forme et la disposition qu'il faut consulter, car la forme varie et n'a pas de limites; la disposition est déjà plus constante, mais c'est surtout l'insertion, qui est plus fixe.

Pour résumer suivant les classes les caractères à tirer des feuilles, nous en tracerons rapidement le tableau.

Dans les *acotylédones*, les feuilles offrent deux types : les cryptogames cellulaires n'ont de feuilles que dans les mousses, et dans ces végétaux elles présentent de une à deux nervures moyennes qui ne parcourent quelquefois pas le limbe dans toute son étendue, mais qui, d'autres fois, se prolongent en poils ou en pointe; elles sont sessiles, alternes ou en spirale, et quelquefois elles sont décurrentes; dans les jungermannes et les hépatiques on trouve des feuilles régulièrement développées, et dans certaines elles sont soudées et présentent la disposition distique. Les feuilles des cryptogames vasculaires offrent une organisation semblable à celles des phanérogames; la nervation est généralement dichotomique, surtout dans les fougères, où les feuilles sont roulées en crosse dans leur jeune âge. Les feuilles des lycopodes ressemblent à celles des mousses et affectent une disposition qui les unirait aux jungermannes; les feuilles des équisétacées ont des dents soudées à leur base en manière de gaîne, et elles ne sont jamais vertes; malgré leur figure quadrifoliolée, qui ressemble à un trèfle à quatre folioles, les *marsilea* se distinguent par leur enroulement en préfoliation; les *salvinia* ont les feuilles enroulées, et les *isoëtes* seuls en diffèrent par l'absence d'enroulement.

Dans les *monocotylédones*, les feuilles sont simples; on n'en connait pas de composées. Sous le rapport de l'insertion, elles sont généralement alternes. On ne trouve des feuilles opposées et verticillées que dans les dioscorées et les smilacées, qui font également exception à la nervation simple et parallèle.

Dans les *dicotylédones*, les apétales n'en présentent jamais de composées, et rarement de découpées; dans les dicotylédones monopétales on n'en voit également pas de composées, mais beaucoup sont découpées; dans les polypétales, des familles entières, telles que les légumineuses, ont les feuilles composées. L'insertion est un caractère assez constant, bien qu'on trouve des familles dans lesquelles il y a des genres ou des espèces à feuilles alternes et à feuilles opposées : les plantaginées, les plumbaginées, les chicoracées, les sapotées, les malvacées, les renonculacées, les magnoliacées, les berbéridées, ont

des feuilles constamment alternes; les labiées, les gentianées, les dipsacées, les caryophyllées les ont toujours opposées; les salicariées et les polygalées présentent la plus grande variété de disposition. On voit souvent sur le même individu des feuilles alternes, opposées ou verticillées.

Pendant la durée de leur vie, les feuilles présentent un phénomène particulier qui est propre à la plupart d'entre elles. Linné est le premier qui ait signalé cette intéressante particularité. Il fit connaître qu'à la chute du jour, quelquefois même tout simplement à l'ombre, pendant les temps pluvieux, les feuilles affectent une position différente de celle qu'elles ont pendant que le soleil éclaire l'horizon. Comme ce phénomène, si semblable au sommeil, annonçait une sorte de repos, et était sensible surtout à l'approche de la nuit, il lui donna le nom de *sommeil des plantes*, appellation poétique comme toutes les créations de ce grand observateur. Ce changement de position, qui donne au végétal une physionomie nocturne différente de sa physionomie diurne, est attribué à l'absence de la lumière, conclusion plus exacte que celle qui l'attribue à l'abaissement de la température, puisque dans nos serres, où la chaleur est maintenue à un degré toujours assez élevé, même pendant la nuit, le phénomène est aussi apparent que dans les végétaux qui vivent en plein air. C'est à tort que Linné a cru que le but de ce changement de position était de mettre les pousses les plus tendres à l'abri des variations atmosphériques.

Les feuilles simples affectent quatre positions différentes pendant leur sommeil.

Dans l'arroche des jardins elles sont *connivantes*, c'est-à-dire qu'elles s'appliquent face à face d'une manière si intime, qu'elles semblent ne former qu'une seule feuille; ce qui a lieu pour les feuilles opposées. Les feuilles alternes sont *enveloppantes* quand elles s'appliquent contre la tige, comme pour garantir le bourgeon placé dans leur aisselle : tels sont les *abutilon;* dans la *malva peruviana*, elles sont *environnantes* ou en entonnoir, c'est-à-dire qu'elles se roulent en cornet et entourent les jeunes pousses et les bourgeons; elles sont *abritantes* quand elles s'abaissent vers la terre et forment, comme dans l'*impatiens noli tangere*, une sorte de toit protecteur au-dessus des fleurs inférieures.

Les feuilles composés affectent sept positions : elles sont *dressées*

dans le baguenaudier, quand leurs folioles se redressent et s'appliquent face à face; en *berceau*, comme dans le trèfle, où elles réunissent par leur sommet les trois folioles, et ferment comme un berceau abritant les fleurs; *divergentes* dans le mélilot, quand elles sont réunies à leur base et ouvertes à leur sommet; *pendantes* dans le sapin; *retournées* dans les casses, où elles se tournent sur elles-mêmes et s'appliquent l'une sur l'autre par leur face supérieure; *imbriquées* dans la sensitive, dont les folioles se recouvrent comme les tuiles d'un toit; *rebroussées* ou *renversées*, quand les folioles, au lieu de s'imbriquer en dirigeant leur sommet vers le haut du rachis, affectent une position inverse et dirigent leur pointe vers la base du pétiole commun, ce qui se voit dans le *galega caribæa*.

Un autre phénomène qui tient, comme le précédent, à l'irritabilité et est plus difficile à expliquer, est la motilité spontanée de certaines parties des végétaux. Ces mouvements anormaux sont des cas spéciaux d'irritabilité qui ne se voient que dans un petit nombre de plantes. Dans le *desmodium gyrans* (démembrement du genre *hedysarum*), on voit, à côté d'une grande foliole, deux très-petites folioles qui affectent un mouvement continu d'oscillation alternative durant tout le jour, surtout pendant les chaleurs; il en est de même du *lourea vespertilionis*, qui appartenait autrefois au même genre. Le mouvement n'a pas lieu quand le temps est couvert ou qu'il y a abaissement de température. Les jeunes feuilles sont plus sensibles que les vieilles; et dans les Indes, patrie de ces deux plantes, il y a pour chaque feuille un mouvement par seconde.

Dans le *nepenthes distillatoria* (Pl. 46, fig. 4), le disque de la feuille, qui forme une espèce de couvercle sur la petite amphore formée par l'élargissement du pétiole, se relève quand, par suite de l'évaporation, l'eau contenue dans cette amphore a disparu; dès qu'elle est pleine, le disque s'abaisse et la ferme.

Dans les *mimosa pudica*, *pellita*, *anthocarpa*, et plusieurs autres, les folioles se replient le long du rachis au moindre attouchement, et même le pétiole commence à s'infléchir sur son articulation et semble flétri. Un choc brusque produit le même effet, et ce n'est qu'au bout d'un certain temps de repos qu'elles retrouvent leur sensibilité. On trouve la même sensibilité dans le *smithia sensitiva* et le *biophytum sensitivum*.

Un des exemples les plus remarquables de sensibilité est celui que

fournit la feuille de la *dionæa muscipula*, petite plante des marais de l'Amérique septentrionale, à disque bordé de cils, qui se replie en deux si la surface est excitée par un insecte ou par un autre moyen. Les poils qui hérissent le bord des feuilles des diverses espèces de *drosera* sont doués d'une grande sensibilité et se couchent dès l'instant qu'ils sont touchés.

On a donné le nom de *feuillaison* (*foliatio*) au phénomène en vertu duquel les feuilles renfermées dans le bourgeon s'en échappent et prennent leur accroissement. C'est la feuillaison qui, en changeant l'aspect des campagnes, fait succéder à la tristesse de l'hiver le charme d'une nature rajeunie. On peut, en hiver, en introduisant dans une serre chaude une des branches d'un arbre, la voir se couvrir de feuilles, tandis que les autres resteront dans leur état de nudité. L'humidité joue également un rôle dans le développement des bourgeons, et concourt avec la chaleur à une foliation précoce.

Suivant les genres ou même les groupes, la feuillaison a lieu à des époques différentes : les mousses et les pins se couvrent de feuilles pendant l'hiver; les arbres à feuilles caduques et les liliacées, au printemps; et les chênes verts, en été. Cette différence existe d'espèce à espèce, et même d'individu à individu, ce qui constitue des races précoces ou hâtives et d'autres tardives. On connaît à Paris le célèbre marronnier d'Inde des Tuileries, qui donne ses feuilles le 20 mars, et se trouve couvert de feuillage à une époque où les arbres voisins, quoique soumis aux mêmes influences, ne présentent encore que leurs gros bourgeons vernissés. Ces différences dans les époques de feuillaison tiennent évidemment, pour les végétaux des diverses familles, mais surtout, pour les individus d'une même espèce, au degré d'excitabilité dont ils sont doués.

Un fait digne d'être observé, c'est que les végétaux essentiellement printaniers, tels que l'*anemone nemorosa*, l'hépatique, l'orobe printanier, le *galanthus nivalis*, dont la croissance est si précoce et qui bravent les gelées du printemps, deviennent si sensibles à l'automne, que les premiers froids les flétrissent. Sous le climat d'Upsal, c'est du 19 au 31 août qu'ont lieu les *jernnatter*, ou nuits de fer (*noctes ferreæ*), qui font disparaître toute la vie végétale.

Une des lois de la feuillaison, c'est qu'en général les bourgeons supérieurs de chaque branche se développent les premiers, et leur

développement se suit du haut en bas, ce qui semble tenir à la nature plus molle et plus herbacée de l'extrémité des branches. Le mélèze fait exception à cette loi.

Linné, dans son mémoire intitulé *vernatio arborum*, a étudié, pour le climat rigoureux de la Suède, l'ordre de développement des feuilles des arbres, qui est le suivant : 1° sureau à grappes ; 2° chèvrefeuille ; 3° groseillier à maquereau ; 4° groseillier à grappes ; 5° spirée à feuilles de saule ; 6° merisier à grappes ; 7° fusain ; 8° potentille frutiqueuse ; 9° sureau noir ; 10° troëne ; 11° sorbier des oiseaux ; 12° osier ; 13° aune ; 14° hippóphaé rhamnoïde ; 15° pommier ; 16° cerisier ; 17° viorne obier ; 18° bouleau blanc ; 19° noisetier ; 20° orme champêtre ; 21° rose des chiens ; 22° poirier ; 23° prunier ; 24° nerprun cathartique ; 25° bourdaine ; 26° tilleul ; 27° hêtre ; 28° alouchier ; 29° tremble ; 30° érable faux platane ; 31° chêne rouvre ; 32° frêne.

Ce botaniste célèbre, qui n'a jamais séparé la théorie de l'application et qui a essayé de donner à ses observations sur la feuillaison une utilité pratique, conseille de déterminer pour chaque climat, par des observations rigoureuses, l'époque la plus convenable pour les diverses opérations agricoles, en suivant pour les semailles ou la récolte l'époque de la feuillaison ou de l'effeuillaison de divers arbres. C'est ainsi que dans la Suède il établit, comme l'époque la plus propre à semer l'orge, celle où le bouleau blanc se couvre de feuilles. C'est une idée ingénieuse qui aurait besoin d'être soumise à des observations multipliées, pour qu'on sache jusqu'à quel point elle est susceptible d'application ; car l'époque de la feuillaison n'est pas en rapport avec celle de l'effeuillaison, et ce guide pourrait être plus trompeur qu'utile.

Après Linné, un des hommes qui se sont occupés avec le plus de persévérance et de sagacité des différentes parties de la science botanique, est Adanson, qui a cherché à tirer des résultats moyens d'une longue suite d'observations sous le climat de Paris et dans un rayon de 80 kilomètres autour de cette ville.

Le tableau qu'il donne est assez curieux pour mériter de trouver place dans ce livre.

	TEMPÉRATURE CENTIGRADE		TEMPÉRATURE MOYENNE.	ÉPOQUES CORRESPONDANTES.
	Plus hâtive	Plus tardive		
Sureau noir, chèvrefeuille, tulipe jaune, safran	de 110	à 280°	195°	16 février.
Groseillier épineux, lilas, aubépine	180	365	272	1er mars.
Groseillier à grappes, fusain, troëne, rosier	202	402	302	5 —
Saule, aune, obier, noisetier, bouleau, cerisier, pommier	224	420	317	7 —
Tilleul, marronnier d'Inde (découvre ses bourgeons), orme, charme	224	460	340	10 —
Poirier, prunier, abricotier, pêcher	300	515	415	20 —
Nerprun, bourgène, prunellier	408	600	504	1er avril.
Hêtre, tremble, érable plane	456	660	558	5 —
Charme, orme, vigne, figuier, noyer, frêne	660	800	760	20 —
Chêne	826	990	908	1er mai.
Asperge, pointe	600	1,650	1,125	15 —

Il en est du travail d'Adanson comme de celui de Linné. En admettant l'exactitude des époques de feuillaison, on ne pourrait encore s'en servir comme d'un guide pour les opérations agricoles; car rien de plus illusoire que les moyennes dans des observations de semblable nature. Rien, en effet, ne fait connaître le point de départ de cette échelle de numération; de sorte que, s'il est utile de connaître l'époque de la feuillaison des principaux arbres de notre climat, il est difficile d'apprécier les conditions de température nécessaires pour déterminer ce phénomène, et plus difficile encore d'en tirer parti.

Voici, du reste, les observations les plus intéressantes du même auteur sur la feuillaison et l'effeuillaison de quelques végétaux. La plupart des arbres printaniers ne commencent à végéter et ne continuent que lorsque la température est de + 10°, et la végétation s'arrête dès que la chaleur tombe au-dessous de ce point. En 1756, les marronniers d'Inde et les tilleuls avaient développé leurs premières feuilles dès le 1er mars; tout à coup la température tomba à 3° et 6°, et se maintint pendant six semaines à cette élévation. Jusqu'au 16 avril, époque où le thermomètre remonta à 11° et 12°, la végétation fut suspendue. C'est ce qui a lieu dans les années précoces,

chaque fois que le développement des feuilles est suivi d'un abaissement de la température au-dessous de 10° à midi. C'est à une température semblable, et même un peu plus basse, que végètent les céréales. D'autres n'exigent que 6° à 7°, et le chêne, au contraire, demande une température plus élevée. En général, l'époque de l'effeuillaison des végétaux est celle où la température tombe au-dessous du degré où ils ont commencé à ouvrir leurs bourgeons.

D'après MM. Chevreul et Mirbel, lorsqu'une fois l'évolution des bourgeons est commencée, elle continue même à une température inférieure et sans ralentissement sensible.

L'effeuillaison est un phénomène qui mérite une étude particulière, à cause des changements qui s'opèrent dans la couleur de la feuille, ce qui donne en automne un aspect si varié au paysage. Outre la teinte jaune générale, elle devient, comme il a été dit plus haut, rouge dans les sumacs et la vigne; d'un brun très-foncé dans le noyer; d'un brun clair dans le marronnier d'Inde; bleu cendré dans le chèvrefeuille; violette dans les diverses espèces du genre rubus, et jaune clair dans les érables, le tilleul et un grand nombre d'autres arbres.

La chute des feuilles est due à la cessation de leurs rapports vitaux avec l'arbre qui les porte; il ne faut donc pas l'attribuer seulement à l'abaissement de la température : les feuilles tombent quand elles ont atteint leur complet développement, comme le fruit se détache naturellement à sa complète maturité. Le tilleul, qui perd ses feuilles dès la fin de juillet, en est une preuve; pendant tout l'automne, cet arbre en est entièrement dépouillé; et cependant, quand les froids arrivent, les premiers bourgeons sont déjà développés : c'est donc à cet état de maturité que les feuilles doivent cette mortalité périodique; en se détachant, les feuilles laissent sur la tige une marque qu'on appelle *cicatrice*.

La durée de l'effeuillaison varie : quelques plantes, comme le peuplier, le bouleau, la vigne, perdent leurs feuilles presque au même moment; le chêne, le hêtre, le charme, conservent tout l'hiver leurs feuilles desséchées, et elles ne tombent qu'au printemps, lorsque les autres commencent à sortir de leur bourgeon. Certains autres végétaux, tels que le magnolier à grandes fleurs, attendent que les feuilles nouvelles soient entièrement développées pour quitter la branche à laquelle elles étaient fixées. Les plantes herbacées perdent leurs

tiges avec les feuilles qui y étaient attachées, sans que celles-ci s'en séparent.

On a remarqué que l'effeuillaison s'effectue de deux manières : les végétaux dans lesquels la pousse automnale a lieu par la simple prolongation du bourgeon terminal ou par l'allongement des rameaux commencent à s'effeuiller par le bas ; tandis que, pour ceux chez qui cette même pousse a lieu par l'apparition de petits rameaux latéraux, elle commence par le haut.

L'effeuillaison est un phénomène propre à certains végétaux, que ne modifie pas toujours le changement de climat. Les espèces caduques restent toujours caduques, et l'on ne peut en faire des plantes toujours vertes. Le pommier, transporté au Cap, perd ses feuilles chaque année ; et dans les Andes du Pérou, le chêne se dépouille de ses feuilles, comme il le fait en Europe.

Les feuilles pétiolées tombent plus tôt que les feuilles sessiles ou amplexicaules : celles-ci, ayant des points d'adhérence plus nombreux, tombent les dernières.

Nous empruntons à M. Thiébaut de Berneaud un tableau fort intéressant de l'époque de la feuillaison et de l'effeuillaison de quelques végétaux sous deux latitudes différentes : sous le 42°, qui correspond à la partie septentrionale de l'Espagne, et coupe l'Italie à la hauteur de Rome ; et sous le 48°, qui répond au climat du Mans, d'Orléans, et représente une ligne partant de la pointe du Raz dans le Finistère, coupant le Haut-Rhin au-dessous de Colmar, et traversant le Morbihan, l'Ille-et-Vilaine, la Mayenne, la Sarthe, l'Eure-et-Loir, le Loir-et-Cher, le Loiret, l'Yonne, l'Aube, la Haute-Marne et les Vosges.

On verra combien varie la durée de la feuillaison. Tandis que le sureau conserve ses feuilles pendant plus de sept mois, le lilas, l'aubépine, le rosier, le troëne, près de six mois, la plupart des arbres ne les conservent que quatre mois et demi, et le ricin ne les garde que deux mois.

TABLEAU de la feuillaison et de l'effeuillaison.

NOMS DES PLANTES.	42ᵉ DEGRÉ.		48ᵉ DEGRÉ.	
	Feuillaison.	Effeuillaison.	Feuillaison.	Effeuillaison.
Sureau noir, groseillier épineux	1ᵉʳ février.	1ᵉʳ sept.	15 février	3-29 septembre.
Chèvrefeuille	....	....	26 fév. - 1ᵉʳ mars.	
Lilas, aubépine, sureau blanc	....	....	1ᵉʳ mars	29 novembre.
Rosier, fusain, troëne	9 février.	....	5 mars.	
Saules, aune, bouleau, noisetier	10 février.	....	7-10 mars	25 octobre.
Pommier, cerisier, sureau rouge	....	....	8-12 mars	1ᵉʳ novembre.
Amandier, abricotier, pêcher	1ᵉʳ mars.	....	18 mars	16-20 octobre.
Prunellier, nerprun	....	....	1ᵉʳ avril	1ᵉʳ novembre.
Marronnier	3-15 mars.	1ᵉʳ nov.	20-30 avril	20 octobre.
Peuplier, tremble, hêtre, érable	....	....	5 avril	19 sept.-10 oct.
Orme, charme	9 mars.	....	20 avril	15 novembre.
Tilleul	20-24 mars	....	22-30 avril	20 octobre.
Noyer	10 avril.	12 sept.	11 mai	15 octobre.
Frêne	17 avril.	30 sept.	21 mai	20 septembre.
Figuier	20-30 avril	....	....	15 octobre.
Chêne, sumac	....	....	....	10-20 novembre.
Vigne, mûrier, mélèze	....	15 nov.	15-18 mai	10-16 novembre.
Presque tous les arbres	....	....	20 mai	7 novembre.
Asperge	....	....	....	10 novembre.
Ricin	....	....	10 juillet	15-17 septembre.

Nous pouvons résumer ainsi l'histoire organographique des feuilles : Il n'y a pas de végétal cotylédoné sans feuilles ; il n'y a donc pas de plantes aphylles ; il existe toujours des feuilles qui sont alors transformées en écailles comme dans les cuscutes, les orobanches, et en épines dans les *Ulex* ; dans les cactées et les *Stapelia*, elles sont représentées par des mamelons ou des tubercules. Ce qui revient à cette loi, que plus la tige est charnue, plus les feuilles sont inapparentes ou transformées.

Quelles que soient les formes des feuilles, la préfoliation est toujours identique dans les végétaux appartenant à un même groupe.

Toute feuille opposée appartient à une dicotylédone : il n'y a d'ex-

ception, pour les monocotylédones, que dans certains genres de la famille des dioscorées et dans le *Paris*, où les feuilles sont opposées et verticillées.

La continuité de texture des monocotylédones donne lieu, chez les végétaux de cette classe, à l'existence de feuilles qui disparaissent par marcescence ou flétrissement; tandis que, dans les dicotylédones, les feuilles sont articulées, décidues. Elles quittent la tige le plus ordinairement au bout d'une année, dans les végétaux vivaces, et de deux à trois années dans les arbres verts ou à feuilles persistantes, et il reste sans cesse une impression à leur point d'insertion.

On trouve toujours dans l'organe foliaire deux faces dissemblables, faciles à distinguer entre elles par la différence de structure, et toute feuille véritable dirige sa lame ou face la plus large dans le sens de l'horizon, tandis que, quand l'organe aplati en forme de feuille est dirigé dans un sens opposé à celui de l'horizon, et surtout affecte la direction oblique, c'est une phyllode ou rameau aplati. Un des autres caractères propres à la phyllode, c'est que ses deux faces sont semblables. La phyllode des *acacia* de la Nouvelle-Hollande tire son origine du pétiole, tandis que, dans le fragon, c'est le rameau.

Malgré certaines apparences trompeuses, la feuille ne porte jamais de fleurs; dans les fragons, les xylophylles, l'organe regardé comme une feuille est un rameau aplati.

On distingue une feuille simple d'une feuille composée, par la continuité des nervures dans toute son étendue, malgré ses découpures multipliées, comme cela se voit dans les ombellifères. Quel que soit le nombre des parties dont une feuille est composée, on reconnait sa simplicité, quand aucune des parties qui la composent n'est articulée. Dans la feuille composée, au contraire, toutes les parties distinctes les unes des autres sont articulées. Il résulte de cette loi que, dans un même genre, on peut trouver des espèces à feuilles entières ou découpées; mais jamais on n'y trouvera de feuilles composées. Le caractère essentiel propre à ces dernières est d'avoir les folioles articulées avec le pétiole, ce qui se reconnait dans les genres même à feuilles simples, où il n'existe qu'une seule foliole, comme cela se voit dans les berbéridées et les aurantiacées; mais toujours cette foliole unique, simulant une feuille simple, est

articulée avec le pétiole, et ces genres prennent place sans anomalie parmi les groupes à feuilles composées.

On reconnaît, dans les plantes aquatiques ou submergées, la classe à laquelle elles appartiennent à la nature de leurs feuilles. Ainsi, toutes les feuilles entières appartiennent à un genre monocotylédone, et toute feuille découpée à une dicotylédone. On doit cependant faire une exception pour les feuilles flottantes, qui sont entières ou presque entières.

Il ne se développe jamais de feuille sur la cicatrice ou empreinte laissée par une autre feuille : ce n'est qu'accidentellement qu'il peut s'y produire un bourgeon adventif; mais il existe constamment, dans l'aisselle des feuilles, de nouveaux éléments de végétation, ou des bourgeons, soit actifs, soit latents.

Jamais une portion de feuille enlevée ne se régénère. Cependant la vitalité est assez intense dans la feuille, pour qu'étant placée dans les circonstances favorables, elle puisse donner naissance à un bourgeon et conséquemment à un individu nouveau.

Si maintenant nous étudions anatomiquement les feuilles, nous trouvons qu'elles sont formées des mêmes éléments que les tiges, c'est-à-dire qu'elles présentent des faisceaux fibro-vasculaires qui constituent la partie solide, ou le réseau de nervures, que les mailles sont remplies par du tissu cellulaire, et enfin qu'une couche d'épiderme tapisse chacune des deux surfaces.

Un ou plusieurs faisceaux fibro-vasculaires sortent d'abord de l'axe pour former un seul corps, qui est le pétiole; puis, en pénétrant dans le limbe, ils se séparent en divergeant et forment les nervures. Les vaisseaux sont toujours accompagnés d'une couche de tissu cellulaire allongé. Le pétiole ne présente donc pas de structure particulière quand il rentre dans les conditions de forme normale : il présente seulement à sa base un renflement qui n'est remarquable que par la plus grande quantité de tissu cellulaire; mais il mérite d'être étudié dans les végétaux dont le pétiole est articulé, et surtout dans ceux où il est irritable et susceptible d'inflexion, comme cela a lieu dans certains *mimosa*, dans les oxalis et dans quelques papilionacées, dont les feuilles changent de position au coucher du soleil. Le tissu cellulaire de l'articulation est disposé en couches transverses que parcourent les vaisseaux fibro-vasculaires.

Lorsque le faisceau de la feuille, au lieu de se séparer en fais-

ceaux secondaires divergents, reste simple et conserve sa direction, il en résulte la forme la plus simple de la feuille qui est uninervée, comme cela se voit dans les conifères, le *chenopodium maritimum*, l'*indigofera juncea*, le *lebeckia media*, etc. Dans les monocotylédones, les nervures ne forment pas un réseau anastomosé; mais elles sont disposées en faisceaux parallèles ou convergents, qui déterminent la figure de la feuille. Dans les dicotylédones, le système d'épanouissement symétrique des nervures correspond à une grande variété de formes foliaires.

L'épanouissement des éléments du pétiole donne naissance à de petits appendices latéraux ou quelquefois axillaires, qu'on désigne sous le nom de *stipules*, et qui sont de composition anatomique semblable à celle de la feuille; les gaînes et les ligules, qui sont des espèces de stipules, ont une même origine.

Le réseau des nervures est composé de vaisseaux spiraux ou trachées déroulables, entourées d'une couche protectrice des cellules allongées. Au-dessous sont des vaisseaux annulaires, rayés ou ponctués; puis des sortes de fibres qui ressemblent à celles du liber, et au milieu desquelles se trouveraient des vaisseaux laticifères.

Le parenchyme, qui remplit l'intervalle des nervures, est composé de cellules contenant, en général, de la chlorophylle à laquelle elles doivent leur couleur verte. Les granules de chlorophylle sont répandus sans ordre, et leur quantité varie avec l'intensité de coloration de la feuille. À certaines époques de l'année, surtout à la fin de la saison, le liquide se colore en jaune, puis en rouge, comme dans la vigne, le sumac; et dans certains végétaux, comme le hêtre pourpre, le liquide intracellulaire est d'un rouge obscur.

Les cellules de la moitié supérieure de la feuille et situées en dessous de l'épiderme sont allongées, disposées sur plusieurs rangs, et dans une situation verticale; les méats, ou lacunes intercellulaires, sont beaucoup plus petits et moins nombreux que dans la moitié inférieure, dont les cellules, disposées horizontalement, forment un tissu lâche qui présente de larges lacunes, dont un grand nombre correspondent aux stomates (Pl. 44, fig. 13, 14).

L'*épiderme*, ou peau qui recouvre les deux faces de la feuille, est composé de cellules de forme très-variable, quelquefois allongées (Pl. 44, fig. 3 à 6), d'autres fois irrégulières, rameuses, s'emboîtant les unes dans les autres comme les différentes pièces d'un jeu de

patience (fig. 7, 8, 9), incolores, à paroi généralement plus épaisse extérieurement qu'intérieurement (Pl. 44, fig. 14), et exactement unies, ne laissant aucun vide entre elles. Cependant l'épiderme des feuilles présente de petites ouvertures de forme allongée, qu'on appelle *stomates* (Pl. 44).

Ces stomates (du grec *στόμα*, qui signifie bouche) sont composés de deux cellules arquées (fig. 10), se touchant par leurs extrémités, et formant ainsi un bourrelet, au centre duquel est une ouverture qui correspond toujours aux lacunes du tissu cellulaire sous-jacent, comme le montrent les coupes verticales de feuilles d'iris et d'hakéa, représentées Pl. 44, fig. 13 et 14. On trouve généralement des stomates sur les deux faces des feuilles; mais ils sont toujours plus nombreux à la face inférieure qu'à la face supérieure, chez les végétaux à feuilles aériennes. Dans les plantes aquatiques à feuilles nageantes, comme le nymphéa, par exemple, c'est, au contraire, à la face supérieure que se trouvent les stomates; la face inférieure étant dépourvue d'épiderme et appliquée sur l'eau. Quant à leur fonction, on regarde les stomates comme des organes respiratoires qui mettent le végétal en rapport avec l'atmosphère.

Malgré la dissemblance que présentent, dans leur structure, les feuilles des différents végétaux, elles ne rentrent pas moins dans le même système de composition. Il faut cependant en excepter les feuilles submergées, qui, étant privées d'épiderme, sont dépourvues de stomates, et composées de parenchyme avec de larges méats remplis d'air, qui diminuent leur poids spécifique et leur permettent de flotter. Dans les plantes grasses ou à feuilles charnues, le tissu cellulaire est plus compacte, les cellules sont contiguës et sans lacunes aériennes, et leur parenchyme ressemble à celui des fruits; on n'y remarque que de rares vaisseaux.

On trouve, dans les cellules du parenchyme de certaines feuilles, des raphides et des biforines, découvertes par Turpin dans les aroïdées.

Les substances colorantes contenues dans les cellules semblent dissoutes dans le liquide qu'elles renferment, ou existent toutes formées dans la matière verte; mais, jusqu'à présent, elles ont échappé à l'observation directe.

Les feuilles abandonnent leur tige de deux façons, soit en se flétrissant, soit en tombant. Dans le premier cas, elles ne tombent

qu'après s'être détruites peu à peu, ce qui a lieu pour les plantes annuelles; dans le second, elles quittent la tige sans être flétries, et seulement après avoir changé de couleur. Il a été avancé plusieurs théories pour expliquer le phénomène de la chute des feuilles; mais l'opinion le plus généralement admise, bien qu'elle ne repose encore elle-même que sur une simple hypothèse, c'est que, dès que la feuille a perdu son activité vitale, les cellules pétiolaires s'atrophient et le pétiole, qui n'est plus retenu que par les faisceaux fibro-vasculaires, qui ont eux-mêmes perdu leur vitalité, se détache en rompant ses rapports organiques avec la tige; l'impression qu'il y laisse est appelée *cicatrice*.

Quant aux fonctions des feuilles, il en sera traité en même temps que de celles des racines et des tiges, à l'article PHYSIOLOGIE DES ORGANES DE LA VÉGÉTATION.

CHAPITRE VIII

STIPULES.

Les stipules sont des appendices foliacés, affectant des formes variées, naissant à la base du pétiole ou à l'aisselle des feuilles, et ayant avec la feuille une origine commune. Elles affectent deux positions constantes : les unes, nommées *stipules latérales* (Pl. 45, fig. 1, 9), se trouvent placées de chaque côté du pétiole ou du limbe, quand la feuille est sessile ; les autres, appelées *stipules axillaires* (Pl. 45, fig. 7), se trouvent placées dans l'aisselle des feuilles et sont le plus ordinairement solitaires. Comme les stipules, quoique sortant de la tige en même temps que la feuille et paraissant une dépendance des faisceaux qui lui donnent naissance, sont tantôt soudées au pétiole, et tantôt libres, entièrement indépendantes de cette même feuille, et ne semblent alors venir que de la tige, quelques auteurs ont appelé les premières *stipules caulinaires*, et les dernières *stipules pétiolaires*.

La dimension des stipules varie beaucoup ; mais cependant elles sont en général assez petites, et quelquefois même réduites à une écaille, un petit filet, une simple pointe ; d'autres fois elles ont une apparence foliacée. Dans les espèces du genre *vicia*, ce sont de petits appendices qui entourent la base du pétiole comme une spathe ; dans le *lathyrus pratensis*, elles sont très-développées, et, dans le *lathyrus aphaca*, où la feuille est avortée et filiforme, les stipules ressemblent à de véritables feuilles (fig. 8). On reconnaît la vérité de cette loi, presque sans exception dans toute la nature : que quand un organe appendiculaire accompagnant un organe fondamental acquiert un développement extraordinaire, ce dernier s'atrophie et disparaît presque complétement.

Les stipules ont une consistance moins solide que la feuille ; leur tissu est plus lâche et plus mince ; souvent elles sont simplement membraneuses, quelquefois elles se convertissent en épines, comme cela a lieu dans le robinia ou faux acacia ; d'autres fois en vrilles, comme dans les smilax et les melons. Parfois aussi, les stipules avor-

tent et se présentent sous l'aspect de simples glandes. On trouve toujours, à la surface des stipules, des stomates disposés comme dans la feuille, et les anastomoses réticulaires affectent la même disposition que dans le tissu de la feuille.

Les stipules sont presque toujours sessiles, et, à peu d'exceptions près, elles se retrouvent dans toute la plante lorsque les premières feuilles sont stipulées. Elles sont libres dans le chêne, le bouleau, adhérentes au pétiole dans le rosier; quelquefois, sur un même rameau, il y en a d'adhérentes en bas et de libres en haut, et affectant avec la tige des adhérences plus ou moins grandes. Les stipules libres tombent souvent avant la feuille; elles sont dites, dans ce cas, caduques; quelquefois même, au moment de l'épanouissement, comme cela se voit dans les amentacées, on les dit alors fugaces; les stipules adhérentes ne tombent qu'avec la feuille.

Les stipules placées aux deux côtés d'une feuille sont presque toujours semblables. Sous le rapport de la forme, elles présentent cette particularité, qu'au lieu d'avoir une figure régulière et symétrique, elles ont l'air d'une feuille coupée en deux. Ainsi, elles ne sont pas ovales, mais semi-ovales; non cordiformes, mais semi-cordiformes; non sagittées, mais semi-sagittées; on en trouve néanmoins de lancéolées (fig. 5), linéaires (fig. 3), filiformes (fig. 4), subulées, sétacées, etc. Quelquefois les deux stipules latérales se soudent et forment alors, à la base de la feuille, une sorte de collerette, comme dans le *spermacoce rubrum*. Dans l'*astragalus onobrychis*, c'est une véritable gaîne qui enveloppe la tige dans toute la partie opposée au pétiole. Le *cephalanthus occidentalis* présente la même structure : ses stipules redressées et soudées embrassent la tige et constituent une stipule *vaginale*.

On a désigné sous le nom de *stipelles*, les stipules qui accompagnent les folioles des végétaux à feuilles composées.

Les stipules *axillaires*, qui sont ordinairement solitaires, paraissent avoir pour origine deux stipules soudées; elles sont presque toujours indépendantes du pétiole, comme dans le *drosera graminifolia*; d'autres, comme dans le *ficus elasticus* (Pl. 45, fig. 16) et le *magnolia grandiflora*, sont entièrement périphériques et recouvrent le bourgeon. Dans les *polygonum* et les *rumex*, la stipule axillaire est une véritable gaîne qui entoure la tige (fig. 17). On a donné le nom de *cornet* aux stipules de cette dernière sorte.

Les stipules sont presque exclusives aux dicotylédones, surtout aux polypétales, car elles sont rares dans les dicotylédones apétales et monopétales. On trouve cependant dans les potamots, les smilax, de véritables stipules axillaires; on peut constater leur présence dans un grand nombre de graminées, où elles prennent le nom de *ligule* (fig. 18).

Considérées sous le rapport de la diagnose, les stipules constituent un caractère important à cause de leur constance. On trouve des stipules latérales dans les rosacées, les malvacées, les violariées, les papilionacées, et des stipules axillaires dans les droséracées, les ochnacées, les polygonées, les magnoliacées. Dans les cucurbitacées, les stipules ont la forme de vrilles; dans les amentacées, elles sont constamment libres et caduques. On trouve la ligule dans toutes les graminées. C'est souvent un bon caractère générique et spécifique.

Les stipules naissent du nœud vital en même temps que la feuille, et quand celle-ci tombe, on voit sur la cicatrice l'empreinte de trois faisceaux de fibres, un central plus gros, et deux plus petits et latéraux. Quand le nombre des faisceaux est plus considérable, le plus gros et le plus central est toujours celui qui passait par le centre de la feuille. Dans les stipules axillaires, l'empreinte qu'elles laissent, et qui part également du nœud vital, est circulaire ou périphérique.

On ne connaît pas la fonction des stipules de la plupart des végétaux; mais il est facile de se convaincre que, dans la plupart des cas, les stipules sont des organes protecteurs qui défendent la jeune feuille contre les influences extérieures.

CHAPITRE IX

SUPPORTS (VRILLES ET CRAMPONS).

Les organes végétaux se transforment les uns dans les autres avec la plus grande facilité, surtout ceux qui forment une dépendance de l'axe ou de la tige, bien que les organes fondamentaux soient eux-mêmes soumis à ces modifications. Si les phénomènes qui font l'objet de ce chapitre n'étaient pas assez fréquents pour être devenus des apparitions normales, ils devraient prendre place dans les monstruosités; mais ils se sont élevés à la hauteur de caractères, et forment la dépendance nécessaire et habituelle des végétaux de certains genres et même de certaines familles.

On a donné aux premières modifications des organes appendiculaires, le nom de *supports*, parce qu'ils servent au soutien des plantes grêles et rampantes. Ils sont de deux sortes : les *crampons* et les *vrilles*.

Les *crampons* ou *mains* (Pl. 46, fig. 6) sont des appendices de la tige, qui lui servent à s'accrocher en rampant aux corps voisins; ils sont droits, et, malgré leur apparence radiculaire, ne prennent aucune nourriture des corps auxquels ils sont fixés. Le lierre, la vigne vierge, en sont les exemples les plus communs. On peut y ajouter le *rhus toxicodendron* et plusieurs espèces de *bignonia*.

On appelle *vrilles* ou *cirrhes*, des appendices filiformes, nus, entièrement dépourvus de toute partie appendiculaire, simples ou rameux, tortillés, servant aux végétaux, qui en sont munis, à s'accrocher en s'enroulant aux corps voisins. On leur a donné différents noms, suivant les organes qui les produisent, et dont ils sont presque toujours une métamorphose. C'est un cas particulier d'atrophie.

Les vrilles sont :

Pétiolaires (Pl. 46, fig. 5) lorsqu'elles sont, comme dans les pois, les *mutisia*, un prolongement du pétiole, ou que, comme dans certaines espèces de fumeterre et dans les clématites, c'est le pétiole lui-même qui, en s'enroulant, tient lieu de vrilles;

Foliaires, lorsque c'est la feuille elle-même qui en fait l'office : le *gloriosa superba*, le *flagellaria Indica*;

Nervales (fig. 4), quand c'est la nervure médiane qui se prolonge au delà du limbe en un appendice filiforme. Dans le *nepenthes*, le limbe s'évase à son sommet, et forme une urne couverte par un opercule, qui s'ouvre pendant le jour et se ferme pendant la nuit ;

Stipulaires (fig. 3), lorsqu'elles sont, comme dans le *smilax horrida*, une transformation des stipules ;

Axillaires, quand, de rameaux avortés, elles naissent à l'aisselle des feuilles, comme dans les passiflores (fig. 7) ;

Oppositifoliées, si les vrilles proviennent de bourgeons terminaux avortés, et repoussés latéralement par le bourgeon axillaire qui continue la tige ; les vrilles se trouvent alors opposées aux feuilles, comme dans la vigne (fig. 7) et les passiflores, où ce sont des pédoncules avortés ;

Corollaires, quand les pétales ou les segments de la corolle se prolongent en appendices tortillés, ainsi que cela se voit dans le *siphonanthus*.

Les vrilles ne cherchent pas, comme l'ont prétendu ceux qui voulaient prêter aux plantes des mouvements volontaires, un support pour s'enrouler autour; elles ne s'y attachent que lorsqu'elles en trouvent un à leur portée, et, dans ce cas, la nature du support leur est indifférente.

La position des vrilles offre des caractères quelquefois importants ; ainsi l'on distingue les vignes, ou la famille des ampélidées, à ses vrilles opposées aux feuilles ; elles sont alternes avec les rameaux ou les feuilles dans les passiflores.

On trouve des vrilles dans les papilionacées, tribu des viciées, dans les mimosées, les passiflorées, les cucurbitacées, les smilacinées, les sapindacées, surtout dans les végétaux trop faibles pour se tenir verticalement, et qui, sans soutiens, seraient obligés de ramper sur le sol. On ne peut nier l'influence de ces organes sur la végétation, car on a remarqué que les vesces, qui sont pourvues de vrilles, réussissent mieux lorsqu'elles sont semées avec l'avoine, à laquelle elles s'attachent, que quand elles sont semées seules.

CHAPITRE X

PIQUANTS (ÉPINES ET AIGUILLONS).

On a donné fort improprement le nom de *défenses* ou *armures* à toutes les parties dures et aiguës des végétaux, dont la fonction est encore inconnue. On les a, à tort, regardées comme étant chargées d'entretenir la quantité d'électricité dont le végétal a besoin pour sa vie. Ce sont simplement des atrophies d'organes appendiculaires, comme cela se voit dans l'épine-vinette, dont les épines sont des feuilles avortées. Le nombre en augmente dans certaines circonstances qu'on n'a pas toujours appréciées, mais qui sont presque constamment le résultat de l'absence de développement d'un organe normal ; quelquefois des végétaux qui en sont normalement privés s'en hérissent, ce qui détruit les théories établies sur leurs fonctions. Elles sont de deux sortes : les *épines* et les *aiguillons*. Quoique par l'apparence extérieure, ces deux genres de piquants se ressemblent, il y a pourtant entre eux des différences caractéristiques.

L'*épine* est aiguë, simple ou rameuse, et couverte d'une écorce semblable à celle du bois ; elle est ligneuse intérieurement, et ne peut être détachée du corps ligneux dont elle fait partie : c'est un véritable prolongement du bois, un rameau avorté (Pl. 47, fig. 1, 2, 3, 7, 20). On trouve des épines sur la tige des féviers, des prunelliers. Les feuilles des chardons, des cirses et des *solanum*, les involucres du panicaut ont des piquants qui proviennent de dents, ou plutôt du prolongement des nervures en pointes ou dents épineuses. Le calice du *solanum decurrens* offre des poils épineux. Les épines sont le plus communément droites et cylindriques, d'autres fois elles sont courbées à leur sommet, comme dans le paliure épineux. On a désigné sous le nom de *spinules* les petites épines des acotylédones. Dans l'ajonc, ce sont les rameaux qui s'endurcissent et se convertissent en épines ; dans le prunellier, les épines continuent à porter des feuilles ; mais elles sont nues dans le *gleditschia*. Après la chute des folioles le pétiole se change en épine dans les astragales ; ce sont les stipules qui, dans le *pictetia*, se convertissent en épines, et les axes floraux, dans la ficoïde épineuse (fig. 12) ; dans le groseillier

à maquereau, on les attribue aux *coussinets* (fig. 18); dans l'épine-vinette, le jujubier, elles appartiennent aux stipules (fig. 11, 19).

La structure anatomique des épines est celle de la branche, dont elles présentent tous les caractères.

La forme et la position des épines servent à désigner des espèces et des genres; elles sont disposées deux à deux dans le jujubier, l'une est droite et l'autre en crochet; elles sont disposées en bouquet dans les *cereus*. Dans le genre groseillier, elles servent à distinguer les espèces.

L'*aiguillon* diffère de l'épine en ce qu'il n'adhère qu'à l'écorce, dont il est une dépendance, et qu'il est au centre, spongieux, et non ligneux; c'est une sorte de prolongement de la couche subéreuse. De Candolle le regarde comme un poil endurci. Les aiguillons ne se trouvent que sur les tiges et les feuilles, et sont plutôt courbés que droits. Simples dans l'églantier, ils sont doubles dans la ronce frutescente, et triples dans le clavalier. Les ronces, les rosiers, les robiniers sont armés d'aiguillons. Le *verbascum spinosum* et le *cichorium spinosum* ne portent des aiguillons que quand ils sont transportés dans des climats plus froids.

CHAPITRE XI

POILS ET GLANDES.

Les poils, qui constituent, non plus une armure, mais tout simplement des appendices ayant leurs analogues dans les aiguillons, présentent, dans leur plus grand état de simplicité, une seule et unique cellule, qui n'est que le prolongement d'une cellule de l'épiderme ; mais le plus souvent ils sont constitués par plusieurs cellules superposées ou unisériées. Ils se trouvent sur toutes les parties des végétaux, tiges, feuilles, et même sur les différents organes de la fleur ; les fruits et les graines en sont aussi parfois couverts. Ces poils sont simples ou en forme de cône allongé ou d'aiguilles, et sans aucune saillie ni aspérité le long de leur corps; parfois cependant, mais par exception, ils sont hérissés de petites saillies, et renflés même au sommet. Dans le *loasa*, où l'on trouve une grande variété de poils simples et cloisonnés, ainsi que de poils glanduleux, les poils qui hérissent le limbe de la corolle sont aigus, et garnis de petites aspérités dont la pointe est tournée en bas. Ce sont des poils *glochidés*, qui se trouvent aussi sur les fruits de la cynoglosse officinale et du *galium aparine*. Les poils de l'*helminthia* sont terminés par deux ou trois crochets très-aigus, qui hérissent toutes les parties de la plante ; ils sont mêlés à des poils fort gros, et portés sur un renflement, sans pour cela qu'ils soient excréteurs.

On trouve, dans le *sisymbrium sophia*, des poils *bifurqués* ; dans l'*arabis alpina*, ils sont *rameux*, c'est-à-dire qu'il part, de leur sommet, des branches qui affectent toutes les directions. Ces poils sont le plus communément formés d'une seule cellule allongée, qui fait saillie au-dessus des autres, et leur direction varie suivant les végétaux ; ils sont dirigés en bas, ou appliqués sur la surface qu'ils tapissent, la pointe dirigée vers le sommet. On trouve, dans les poils unicellulés, peu de variété dans la forme, tandis que, dans les poils *multicellulés*, ils affectent la plus grande variété de formes : ce sont des cellules ajoutées bout à bout, souvent en forme de cône, quelquefois en massue, ou dont les diamètres sont égaux, comme dans ceux

qui sont en chapelet. Ce n'est plus alors une cellule allongée, ce sont des cellules qui s'élèvent au-dessus de l'épiderme en diminuant successivement en nombre, et qui s'allongent quand elles se sont isolées de la masse cellulaire qui leur a donné naissance. On appelle ces poils, poils *composés* ou *cloisonnés*. La bryone offre l'exemple de poils *cloisonnés simples;* on les retrouve dans un grand nombre de végétaux : tels sont les poils du calice du *thymus acinos*. Dans le *cerastium arvense*, les poils des divisions du calice sont simples; mais, au lieu d'être simplement coniques, ils sont terminés par un renflement. Il en est de même de la primevère des bois; seulement les poils du style sont quelquefois simplement bicellulés ou multicellulés, et presque moniliformes; ceux du calice sont à longues cellules. Le *loasa* présente une singulière sorte de poils cloisonnés; ils sont, à chaque article, entourés de saillies épineuses à deux ou plusieurs pointes, formés par des cellules intercalaires : ce sont les plus communs; les poils des filets sont surmontés d'une cellule globuleuse simple ou hérissée. Les poils de l'extérieur de la corolle de la courge sont *crochus*, *bifurqués*, *rameux*, en *massue;* on trouve encore des poils rameux dans la corolle du *nicandra anomala*. Les poils du calice du *galeopsis tetrahit* sont surmontés d'une grosse cellule aplatie, qui déborde les cellules inférieures, et mêlés à d'autres poils aigus dont la surface est couverte d'aspérités. L'*althæa rosea* a des poils *en étoile;* le *lychnis chalcedonica* et la courge, tant sur la corolle que sur les filets staminaux, sont garnis de poils *moniliformes* ou *en chapelet*. On trouve dans l'*elæagnus* des poils en *écailles*, qui forment une espèce d'écusson rayonnant. On donne le nom de poils *squameux* ou écailleux aux petites squames ou écailles isolées, qui se trouvent à la surface des frondes de fougères.

Il ne faut pas croire que les poils soient toujours externes; on en voit dans l'intérieur des lacunes de la tige et du pétiole des *nuphars* et du *nymphæa alba*. On ne paraît pas en avoir trouvé dans les autres genres de nymphæacées et autres végétaux aquatiques. Ces poils sont fort aigus et portés sur un large épatement; ils sont presque semblables aux poils en étoiles. On les trouve depuis la base du pétiole jusqu'à la corolle; mais ils manquent dans la racine. Des organes analogues ont été trouvés dans le *myriophyllum*.

Les poils se trouvent sur toutes les parties des plantes : ils tapissent les tiges herbacées et les jeunes rameaux; mais ils sont plus

répandus sur les feuilles, dont ils revêtent les deux surfaces, surtout la face inférieure. Quelquefois il n'y a que les nervures qui soient villeuses. On ne trouve que rarement des poils sur les rameaux adultes ou sur les parties ligneuses des végétaux : dans ce cas, ils se convertissent en aiguillons.

On n'a généralement pas égard, dans la description des plantes, à la figure des poils, parce que rarement on peut la déterminer avec le simple secours de la loupe; c'est pourquoi on ne parle que de la vestiture des organes et de l'aspect extérieur qu'ils présentent.

On donne le nom de *glabres* aux surfaces entièrement dépourvues de poils; de *poilues* à celles qui sont parsemées de poils longs ou peu roides. On appelle *pubescents* les organes garnis d'un duvet léger semblable à celui qui couvre le fruit du pêcher, sans cependant que les poils soient pressés; *velus*, ceux qui ont des poils longs, doux et couchés, mais sans pour cela être laineux; *soyeux*, ceux dont les poils longs et couchés ont l'aspect brillant et métallique de la soie; *hispides*, ceux hérissés de poils roides; *hirsuteux*, lorsque ces poils sont moins roides, mais manquent néanmoins de souplesse. *Velouté* exprime une surface garnie d'un duvet ras comme du velours : telles sont plusieurs espèces du genre *verbascum*, entre autres, notre bouillon-blanc. *Aranéeux* se dit des organes villeux, lorsque les poils entre-croisés imitent la toile d'une araignée, comme cela se voit dans une joubarbe et quelques cirses; *tomenteux*, de ceux dans lesquels on reconnaît une apparence feutrée aux poils entremêlés, qui sont courts et serrés; lorsqu'ils sont doux et crépus, la surface est dite *cotonneuse* : les *filago*, appelés cotonnières, en présentent un exemple; *laineuse*, lorsque ces mêmes poils sont entre-croisés : on en trouve un exemple dans une espèce de *stachys*, dans le *salvia lanata*, la *centaurea benedicta*. Les poils en écusson des chalefs sont dits *scutiformes*, et ceux qui sont *scarieux* sont appelés *ramentacés*. On appelle *chevelus* les végétaux qui, comme le *cereus senilis*, sont recouverts d'une véritable chevelure.

Lorsque les poils, au lieu de garnir une surface, n'en garnissent que les bords, ils prennent le nom de *cils*; s'ils sont disposés en touffes, ils sont dits barbus : le *crassula barbata* en présente un exemple. Ils sont *pénicillés*, ou en pinceaux, dans une espèce de croton.

On a fait de chacune de ces épithètes des diminutifs, comme *gla-*

brunscules, hispidiuscules, ciliolés, etc., pour indiquer que ces qualités n'existent qu'à un degré peu prononcé.

Les poils sont encore disposés de diverses manières sur les végétaux : tantôt ils sont dispersés sans ordre, d'autres fois ils affectent une disposition symétrique. Ainsi, dans la *veronica chamædrys*, ils sont sur deux rangs; dans l'*alsine media*, ils sont sur un seul rang et alternant d'un nœud à l'autre.

La *soie* isolée, qu'il ne faut pas confondre avec la villosité dite soyeuse, et qui se présente sous la forme d'un poil roide comme une soie de porc, termine toujours une partie, comme on le voit dans les graminées : c'est une nervure faisant saillie hors du tissu; il ne faut donc voir dans la soie qu'un prolongement de la nervure. L'arête est l'angle saillant formé par la rencontre de deux plans, et la *barbe* est une soie présentant à sa base un renflement ou un amincissement qui fait soupçonner l'existence d'une articulation. En effet, quelquefois la barbe se détache, ce qui n'arrive ni à la soie ni à l'arête. Ces deux derniers genres de poils se trouvent dans les graminées et les cypéracées.

La fonction des poils n'est pas connue, on les regarde comme des appareils d'absorption et de transpiration; mais rien ne prouve que cette théorie soit fondée; ils paraîtraient plutôt être destinés à entretenir la température à un certain degré d'élévation, et ils feraient dans ce cas les fonctions de mauvais conducteurs du calorique. Ce qui semblerait confirmer cette opinion, c'est que les végétaux qui croissent dans les lieux élevés et battus par les vents sont villeux. Quelquefois cependant ils paraissent résulter d'une surabondance de fluides nourriciers : ainsi, dans le *rhus cotinus*, les pédicelles dont les fruits avortent, deviennent poilus; les étamines des *verbascum* et des *tradescantia* sont dans le même cas. On ne peut s'étendre longuement sur ce sujet, qui a été l'objet de vives controverses, parce qu'on substituerait une hypothèse à une autre, sans profit pour la vérité.

Le passage des poils aux glandes véritables sont les *poils glanduleux*, qui, tout en ayant la même forme que les poils proprement dits, sont cependant terminés par un renflement qui contient le plus souvent un liquide coloré; ils sont *unicellulés* dans le *sisymbrium chilense*; *pluricellulés* et terminés par un réservoir de sécrétion, dans le muflier; à réservoir double dans la lysimachie vulgaire; dans la

benoite, la glande terminale est composée de plusieurs loges superposées.

On doit regarder comme de véritables glandes les poils sécrétants des orties, des *loasa* et des malpighiacées. Ces poils versent ordinairement, dans la blessure qu'ils ont faite, un liquide brûlant qui cause une vive démangeaison et quelquefois une irritation persistante. On a reconnu que le liquide caustique de l'ortie est contenu dans un petit renflement qui termine le poil, et qui le plus souvent se casse et reste dans la piqûre. Le poil des *loasa*, terminé en pointe, repose sur une grosse glande composée de cellules nombreuses, et sa piqûre semblerait être de même nature que celle de la vipère, à moins que ce ne soit la pointe à plusieurs crochets des poils mêlés aux poils glanduleux qui cause l'irritation produite par la piqûre, ce qui ne paraît pas être. Le poil glanduleux du *malpighia urens* est couché sur une glande placée dans une cavité du tissu, comme serait l'aiguille d'une boussole sur son pivot, et la douleur que cause sa piqûre ne paraît due qu'à la lésion des tissus, sans qu'aucun fluide irritant ne soit versé dans la blessure.

Les poils glanduleux du pois chiche suintent une liqueur acide, qui a été appelée acide cicérique, mais qu'on a reconnue depuis pour un mélange d'acides malique, oxalique et acétique.

Les poils excrétoires de l'ortie, du *jatropha urens* et du *loasa*, sécrètent un liquide caustique qui cause une vive douleur.

Les poils du *drosera*, du *cerastium viscosum*, de la *salvia glutinosa*, du *cuphea viscosa*, fournissent un liquide visqueux assez abondant.

Des poils glanduleux aux glandes, la transition est peu sensible.

Les glandes sont de petits corps vésiculeux, communément arrondis et non pédicellés, mais de forme assez variable, qui se trouvent sur les tiges, les feuilles et les fleurs des plantes. Elles sont, en général, composées de tissu cellulaire lâche, et paraissent avoir pour fonction de sécréter des fluides particuliers, souvent des huiles essentielles odorantes, bien que ce ne soit pas toujours le cas. Les unes sont renfermées dans des lacunes du tissu même; d'autres, au contraire, font saillie au dehors.

On a distingué les glandes en *cellulaires* et *vasculaires*. Elles sont dites *cellulaires* quand elles sont formées d'un tissu utriculaire très-délié, sans rapport avec les vaisseaux. Elles paraissent destinées à

rejeter au dehors des sucs particuliers, ce qui les a fait considérer comme des glandes *excrétoires*. Quand elles sont placées sur la fleur, on les appelle glandes *nectarifères*. Les glandes *vasculaires* diffèrent des précédentes, en ce qu'elles sont traversées par des vaisseaux et n'excrètent aucun suc visible; elles paraissent être *sécrétoires* : les glandes urcéolaires sont dans ce cas.

Suivant la position qu'elles affectent, elles prennent des épithètes différentes : elles sont appelées *caulinaires* quand elles naissent sur la tige des végétaux ou sur leurs branches, comme cela a lieu dans le *bauhinia aculeata* ; *foliaires*, lorsqu'elles sont sur les feuilles, comme cela se voit dans les *drosera*, dont le limbe de la feuille en est chargé ; *pétiolaires*, quand elles sont portées par le pétiole, comme cela se voit dans le ricin ; *axillaires*, lorsqu'elles sont placées dans l'aisselle des feuilles : telles sont celles des apocynées. Les glandes qui se trouvent sur les enveloppes de la fleur portent le nom commun de *florales*.

Sous le rapport de la forme, les glandes sont divisées en sept catégories, qui ne sont pas très-rigoureusement déterminables, car elles se confondent souvent, et le passage des unes aux autres est difficile à tracer. Une définition aussi précise que possible permettra de les déterminer.

1° *Glandes miliaires.* Ces sortes de glandes sont très-petites, et couvrent tantôt en séries régulières, tantôt, au contraire, irrégulièrement, les parties vertes du végétal, comme cela se voit dans le sapin et le cyprès. Quelquefois elles sont surmontées d'un ou plusieurs poils très-courts.

2° *Vésiculaires.* Ce sont de petites vésicules remplies d'huile essentielle qui se trouvent dans l'épaisseur des feuilles, comme dans la rue, le myrte ; ou dans toutes les parties des feuilles, de la fleur et du fruit : le citronnier et l'oranger.

3° *Globulaires.* Ce sont des globules souvent brillants et colorés qui se trouvent logés dans de petites fossettes, et affectent toutes les parties de la plante. On en trouve jusque sur les anthères des labiées. Desvaux ne les regarde pas comme des glandes, et les confond avec la poussière glauque qui couvre certains fruits, les feuilles du chêne, la tige du ricin et un grand nombre d'autres plantes, et qu'il appelle *pruine* ou poussière glauque.

4° *Ampullaires* ou *utriculaires.* Grosses vésicules transparentes,

dont on a un exemple très-frappant dans la glaciale. Desvaux les regarde comme des papules, et non comme des glandes réelles.

5° *Papillaires.* On leur a donné ce nom à cause de leur ressemblance avec les papilles de la langue. On les trouve en grand nombre sur les rameaux et les feuilles des *rhododendrum ponticum.*

6° *Lenticulaires.* Ces glandes, rudes au toucher et remplies d'un suc résineux, ont la forme aplatie des lentilles, quoiqu'elles ne soient pas toujours discoïdes; on en trouve un exemple dans le *psoralea bituminosa.*

7° *Urcéolaires, cyathiformes* ou *en godet.* Disques renflés et charnus, creusés au centre d'une fossette, au fond de laquelle se trouve une liqueur visqueuse. Elles sont fort apparentes dans le prunier, le pêcher et les autres fruits à noyau, où elles sont placées sur le pétiole; les feuilles des saules et des peupliers en portent au bord des dentelures inférieures. Un grand nombre de papilionacées ont des glandes pétiolaires; on en voit de semblables autour de l'ovaire du *cobæa scandens.*

Quant aux glandes squamaires des fougères, ce sont les enveloppes des organes de la fructification, et l'on ne peut leur donner le nom de glandes, ce qui indique toujours un appareil de sécrétion.

On a trouvé, dans les lacunes aériennes des *calla*, des glandes qui rappellent les poils intérieurs des *nymphæa*, et dont la fonction est inconnue et même la structure mal connue.

La fraxinelle exhale, sous forme de gaz, une huile volatile qui produit une flamme vive et légère quand on en approche une bougie allumée; elle est sécrétée par les petites glandes qui couvrent la tige et les fleurs.

Les glandes stipitées du *tristegis glutinosa*, de la famille des graminées, excrètent une matière gluante.

Les glandes des labiées excrètent une substance résineuse qui se voit à la surface des feuilles; les glandes qui se voient sur le pétiole et le bord des feuilles des rosacées sont dans le même cas. Les glandes à godet qui se voient à la base des pétioles communs des mimosées, suintent une humeur sensible; dans les groseilliers à fruits noirs, c'est une matière résineuse due à des glandes sessiles. La face interne du calice des alkékenges est le siége d'une sécrétion amère due à de petites glandes.

Les jeunes rameaux du *robinia viscosa* sont couverts de glandes superficielles qui sécrètent un suc visqueux et gluant.

Dans les fritillaires, la glande nectarifère, qui est à la base des pétales, sert à distinguer ce genre des genres voisins. On trouve au fond de la corolle du mélianthe une grosse glande sécrétant une liqueur noire qui peut servir à écrire.

Il ne faut pas confondre avec les glandes, qui sont de véritables appareils de sécrétion, le *mamelon*, qui est une protubérance solitaire au centre d'une partie, comme dans certains agarics; l'*apophyse*, saillie irrégulière qui n'est quelquefois qu'un accident ; la *verrue*, corps granuleux qui couvre une surface, comme dans l'*aloes margaritifera;* la *papille*, ressemblant à la verrue, mais de forme plus allongée ; la *pupule*, qui garnit les feuilles et les tiges des tétragones. En un mot, chaque fois qu'une saillie n'est pas un véritable appareil sécréteur, il ne faut pas la regarder comme une glande.

On a constaté que, dans la plupart des cas, les glandes sont enfoncées dans le parenchyme cortical, en faisant une légère saillie au-dessus, mais le plus souvent accompagnées par l'épiderme qui se moule sur leurs aspérités.

La structure des glandes sécrétantes (telles sont celles dites *vésiculaires*) est facile à vérifier au moyen de la plus modeste amplification. On distingue, au milieu du tissu de la feuille, une glande formée de grosses cellules transparentes, disposées en cercle, et laissant à leur centre une lacune ou vide qui repose sur la couche épidermique inférieure, et qui est recouverte extérieurement par l'épiderme supérieur. Ce sont les cellules périphériques qui sécrètent le liquide volatil, et la lacune centrale qui leur sert de réservoir. On distingue à l'œil nu les glandes sécrétantes sur la corolle de l'oranger, à leur couleur verdâtre qui tranche sur le blanc mat des pétales. Quelle que soit la nature de la glande, elle a toujours une structure anatomique propre, et son tissu est toujours exclusivement cellulaire; c'est à tort et théoriquement qu'on a avancé que les trachées viennent s'épanouir dans l'intérieur des glandes; elles se voient dans le tissu voisin, mais jamais elles n'ont été aperçues dans l'intérieur même de la glande.

On peut sans doute mettre après les glandes, et regarder comme des organes semblables, les lacunes creusées dans l'épaisseur des

tissus, et qui se remplissent des sucs propres dont ils sont les véritables réservoirs. On constate cependant que ces réservoirs sont composés d'un tissu à mailles plus serrées, qui servent de foyer à la sécrétion ou au liquide épanché, sans présenter, comme les glandes véritables, un réservoir central.

CHAPITRE XII

BRACTÉES.

Les bractées sont des feuilles transformées à l'aisselle desquelles naissent les fleurs; elles diffèrent de la feuille normale en ce qu'elles ont changé de forme et souvent même de coloration; elles constituent, pourrait-on dire, un organe intermédiaire entre l'organe respiratoire, la plus haute expression de la vie de nutrition, et la fleur, siége de la vie de reproduction. On peut suivre dans la série végétale les différents modes de transformation de la feuille, depuis la feuille florale de la sauge des prés, jusqu'à celle colorée de la sauge cardinale; plus déformée encore dans l'hortensia, sèche et membraneuse dans le tilleul; puis devenant un calicule dans l'œillet, un involucre dans les ombellifères, une cupule dans le gland, une paillette dans les composées, des spathes dans les monocotylées, une glume dans les graminées, et une utricule dans les cypéracées.

Les terminologistes ont donné le nom de *feuilles florales* aux bractées qui, tout en étant rapprochées de la fleur, ne diffèrent des autres feuilles que par de plus petites dimensions, en réservant celui de *bractées* pour les feuilles transformées. Ainsi la couronne de l'ananas serait des feuilles florales, et les feuilles terminales du *salvia horminum* des bractées, ce qui est encore controversé. On peut conserver cette distinction quand on veut décrire avec précision les différentes nuances qui diversifient les organes végétaux; mais, en organographie rationnelle, il faut toujours voir dans les bractées, quelle que soit la figure qu'elles affectent, des feuilles transformées par épuisement. Les petites bractées qui accompagnent les pédicelles s'appellent *bractéoles*.

Le caractère particulier aux bractées est d'affecter la même disposition que les feuilles : ainsi les végétaux à feuilles opposées ont des bractées opposées, et ceux dans lesquels les feuilles ont une disposition verticillaire les ont verticillées; cependant, comme les bractées sont des dégénérescences foliaires, il arrive souvent que plusieurs des éléments des verticilles manquent, et alors les bractees sont op-

posées ou même alternes. Ce sont des phénomènes généraux qui présentent de nombreuses exceptions; car, dans une foule de circonstances, les bractées sont opposées ou verticillées dans des végétaux à feuilles alternes, ce qui a lieu quand les éléments se rapprochent de manière à ramener les feuilles bractéales sur un même plan. Il arrive quelquefois que les bractées sont le produit du développement des stipules et de l'avortement de la feuille. Par suite de la loi de balancement organique, chaque fois qu'un organe s'atrophie, les organes latéraux se distinguent par un excès de développement, et c'est le cas dans lequel se trouvent les bractées de certains genres de vacciniées et les polygalées. Ce qui prouve au reste que les bractées ne sont que des feuilles transformées, c'est que, quand il y a excès de nutrition, la bractée revient à l'état de feuille.

Les variations que présentent les bractées ont causé des incertitudes fondées : ainsi l'on voit dans certaines plantes, comme l'ananas, la couronne impériale, l'*eucomis*, une touffe de feuilles surmontant les fleurs et le fruit, et qu'on a appelées la *couronne*. Sont-ce des feuilles ou des bractées? C'est ce qu'il est difficile de dire. On croirait plutôt que ce sont de simples feuilles prolifères. Les bractées de la *lavandula stœchas* et de la sauge hormin ne sont que des couronnes allongées, au lieu d'être sur un plan horizontal comme dans l'ananas. Souvent les bractées se confondent avec le calice, comme dans certains fraisiers, et l'on a peine à les distinguer des sépales du calice.

Les véritables bractées sont très-variées dans leurs formes : celles du *rhinanthus crista-galli* sont *dentées;* dans l'acanthe, elles sont *épineuses*, et *colorées* dans une foule de végétaux.

Passons rapidement en revue les transformations les plus profondes des bractées, qui deviennent méconnaissables si l'on n'en a pas étudié l'origine.

Lorsqu'elles forment à la base du calice une seconde enveloppe externe, comme dans les mauves, les *hibiscus*, l'œillet, on leur donne le nom de *calicule* ou petit calice, parce qu'en général le calicule est plus court que le calice, et lui sert presque d'ornement; il l'accompagne comme une collerette dans l'*hibiscus palustris*, et comme une seconde enveloppe dans l'œillet.

Lorsque plusieurs bractées disposées en verticille s'étalent et accompagnent plusieurs fleurs, comme cela a lieu dans les euphorbes qui ont, comme le *splendens*, des bractées d'un beau rouge plus brillant

que la fleur, dans les ombellifères, l'ensemble de ces bractées prend le nom d'*involucre*, et les différentes pièces ou parties qui le composent, celui de *folioles*. Cet involucre est symétrique dans la carotte, la ciguë officinale, et, dans ce cas, il est dit *polyphylle*. Les folioles involucrales sont multiséquées dans la carotte et la nigelle ; tandis qu'elles sont simples dans l'anémone hépatique, et incisées dans l'anémone des jardins. Dans la férule, l'involucre est *caduc;* il est persistant dans l'*astrantia major*. Le coriandre et l'impératoire ont un involucre monophylle. Suivant le nombre de ses folioles, l'involucre est encore dit *diphylle, triphylle, tétraphylle.*

L'involucre est dit *primaire* ou *universel*, quand il accompagne l'ombelle générale, et *partiel*, *secondaire* ou *involucelle*, quand il accompagne les divisions de l'ombelle. Le *chærophyllum temulum* et le cerfeuil en offrent des exemples. On donne encore à l'involucelle le nom de *collerette.*

L'involucre qui entoure les fleurs des composées a reçu des noms bien différents : Linné, qui ne peut encourir le reproche d'avoir inutilement chargé la nomenclature, l'appelait *calice commun;* Cassini lui a donné le nom de *péricline;* on peut au reste conserver à cette disposition particulière des bractées le nom d'*involucre*, car elles renferment, aussi bien que dans les ombellifères, une collection de fleurs, à cette différence près, que ces fleurs sont sessiles et portées sur un réceptacle au lieu de l'être sur un pédicelle.

Cependant certains botanistes ont cru qu'elles mériteraient une dénomination particulière, parce qu'elles sont serrées les unes contre les autres, ou même imbriquées, comme dans les centaurées, et qu'elles servent de passage à la cupule. Les *écailles* ou *folioles* du péricline sont dites *simples* ou *unisériées*, quand elles sont sur un seul rang ; *doubles* ou *bisériées*, quand elles sont sur deux rangs. Lorsque le péricline est accompagné d'un rang de folioles lâches ou appliquées, il est dit *caliculé*, et on le nomme *imbriqué* quand les folioles se recouvrent en imbrication. Suivant le nombre des folioles, il est *triphylle*, *pentaphylle*, etc.; suivant le nombre des fleurs qu'il renferme, *biflore*, *triflore;* d'après sa forme, *conique*, *ventru*, *ovale*, *turbiné*, etc.; puis *épineux*, *cilié*, quand les folioles sont converties en épines, comme dans les chardons et les centaurées. La division des folioles entraîne encore d'autres dénominations, de *divisé*, *fendu*, *denté*, etc.

On a donné le nom de *cupule* à l'ensemble de très-petites bractées écailleuses imbriquées, qui se sont soudées et forment une masse compacte, comme cela se voit dans le chêne.

Toutes ces transformations, caractérisées par un nom spécial, ne sont cependant pas si rigoureuses, qu'elles soient toujours tranchées; mais on peut, sans inconvénient, dans une description, appliquer aux différentes modifications des bractées les dénominations que nous avons signalées. Pour distinguer un involucre d'un calice, il faut, en général, qu'il y ait entre cette enveloppe et le verticille floral un autre verticille, qui sera alors calicinal; mais il y a des nuances et des anomalies très-fréquentes qui mettent dans le doute. C'est ainsi qu'on voit dans l'anémone sylvie un involucre et une seule fleur; tandis que dans l'*anemone narcissiflora* il y en a plusieurs. Cette anomalie n'empêchera pas d'appeler *involucre* l'assemblage de folioles qui entoure les fleurs des anémones. Au demeurant, c'est une puérilité que de chercher des définitions rigoureuses, quand on est en présence d'organes qui se métamorphosent de mille manières et semblent se jouer de nos méthodes. C'est pourquoi les dénominations les plus générales sont les meilleures, et c'est nuire à la science que de la surcharger de noms qui y jettent la confusion au lieu de répandre la lumière.

En saine organographie végétale, le calice véritable n'appartient qu'à une seule fleur, et c'est seulement lorsqu'il est double, que l'extérieur appartient alors réellement à un autre verticille, qu'il devient *calicule*. L'*involucre* est constamment placé autour de plusieurs fleurs. Ces distinctions sont importantes en description botanique.

Les fleurs des plantes de la famille des composées, réunies dans un même involucre ou péricline, ne doivent leur réunion qu'à une atrophie de l'axe, et, dans ce cas, les bractées, qui les accompagnent isolément à leur base, sont elles-mêmes réduites à l'état de simples membranes sèches transparentes; on a donné le nom de *paillettes* à cette transformation plus profonde encore de la bractée, qui quelquefois disparaît complétement, et le réceptacle des composées garni de paillettes s'appelle réceptacle *paléacé*.

On remarquera pour les bractées involucrales, lorsqu'elles sont nombreuses, qu'elles sont soumises à la loi de disposition spéciale propre aux feuilles et aux écailles des strobiles. En examinant les bractées de l'artichaut, on en déduira facilement l'arrangement spi-

ral. Il en est de même des bractées soudées qui forment la cupule du chêne, et dont l'arrangement imbriqué est facile à reconnaître. L'origine de l'involucre épineux de la châtaigne est la même.

Une troisième transformation de la feuille, qui rentrerait dans l'involucre, est la *spathe*, qui précède l'apparition de la fleur, l'enveloppe comme un maillot et s'ouvre au moment de l'épanouissement. C'est dans les monocotylédones seules qu'on trouve les spathes, et, dans cette classe, les familles où elles sont l'accompagnement de la fleur de la plupart des genres sont : les aroïdées, les liliacées, les iridées, les palmiers, les musacées. On connaît le beau cornet blanc de l'*arum dracunculus;* celui verdâtre de l'arum maculé de nos bois; l'enveloppe sèche des amaryllis; celle de l'oignon commun et de l'ail, des iris, des fleurs des palmiers et des bananiers. Quand elle est d'une seule pièce, elle est dite *univalve*, comme dans l'*arum;* elle est *bivalve*, dans l'ail, c'est-à-dire composée de deux parties, et *multivalve* quand elle est formée, comme dans le *pancratium*, d'un plus grand nombre de parties. On dit encore, et même mieux, *monophylle*, *diphylle*, *polyphylle*. Dans les iris, les narcisses, les oignons, elle est *scarieuse* ou *membraneuse; ligneuse, persistante* dans le dattier; elle est *marcescente* dans les *amaryllis; caduque* dans l'oignon; *ruptile* dans les palmiers et les *amaryllis*, et *cucullée* dans le *chamærops humilis*.

Il faut regarder comme une véritable spathe bivalve les bractées sèches et membraneuses qui accompagnent les épillets des graminées; mais on leur donne le nom de *glume*. Elles affectent des formes très-variées.

Dans la famille des cypéracées, l'enveloppe de l'organe femelle des fleurs, qui ressemble beaucoup à la glume des graminées et qui paraît de même nature que la spathe, prend le nom d'*utricule*. On n'est pas d'accord sur l'origine de cet organe, qu'on croit appartenir à un verticelle plus interne.

La transformation des feuilles en bractées, qui porte sur la forme et la consistance, paraît dépendre de deux causes différentes, bien que souvent ces deux transformations aient lieu sur un même sujet. La première paraît venir d'un changement dans l'inflorescence : ainsi, dans les véroniques à fleurs solitaires, les bractées sont semblables aux feuilles ordinaires; tandis que, dans celles en épi, les bractées ne sont déjà plus que de petites feuilles. Le changement de couleur

et de consistance vient, au contraire, du changement dans le système de ramification; c'est ainsi que, dans les grappes latérales du groseillier, les bractées sont colorées. La transformation des feuilles en bractées a lieu de proche en proche, et successivement lorsqu'elles sont sur le même axe que les autres feuilles, et surtout sur l'axe primaire; tandis que, quand elles sont sur les axes secondaires, la transformation est presque instantanée. Cette loi est néanmoins bien loin d'être générale, puisque, dans l'*hortensia*, les sauges, les *elichrysum*, les buplèvres, les *bougainvillæa*, les changements de nature et de couleur sont dus à des causes inconnues.

La structure anatomique des feuilles florales et des bractées est celle des feuilles normales. Quant aux fonctions, elles sont mal connues, ou pour mieux dire, elles n'ont pas été étudiées, et ne doivent être au reste que celles des organes appendiculaires, sans action essentielle sur la vie.

CHAPITRE XIII

INFLORESCENCE.

Nous sommes arrivés au dernier terme du développement raméal : le bourgeon, porté dans l'aisselle des feuilles, subit ses diverses transformations avant de passer des fonctions de nutrition à celles de reproduction, et la plante, ayant cessé de croître comme individualité végétale, comme unité finie, devient la matrice d'êtres semblables à elle; en un mot, elle approche du terme où la transmission de la vie passera d'une génération à l'autre. L'inflorescence, considérée sous le rapport organographique seul, est le prolongement des axes primaires ou secondaires destinés à porter des fleurs.

On verra, dans les développements qui suivent, que l'inflorescence présente à l'esprit un vague qui ne permet pas de la classer d'une manière rigoureuse, et qu'il faut se borner à des dénominations arbitraires. On a constaté que les différentes parties d'un ensemble floral ne sont pas nées en même temps, mais que leur évolution est successive, et l'on a divisé les inflorescences en groupes de divers noms, suivant que les fleurs appartiennent à une même évolution ou à des évolutions différentes; on a également divisé les inflorescences en *définies* ou *centrifuges*, quand l'axe primaire est terminé par une fleur qui s'épanouit la première; elles sont dites *indéfinies* ou *centripètes*, quand elles sont à plusieurs axes et que l'axe primaire n'est pas terminé par une fleur qui arrête son élongation.

Le système le plus facile à suivre dans la description des inflorescences est leur division en *inflorescences simples* et *inflorescences composées*, en suivant, autant qu'il est possible de le faire, le passage d'un mode d'inflorescence à un autre.

Le mode le plus simple d'inflorescence est l'inflorescence *terminale* résultant de la tige uniflore, qui n'est souvent qu'un simple pédoncule, comme dans la tulipe. On trouve des rameaux latéraux qui sont également à inflorescence simple, et qui ne diffèrent entre eux que par les différentes époques d'évolution des fleurs. Une des modifications de l'inflorescence terminale est l'inflorescence *axillaire* :

dans ce système d'évolution florale, les fleurs ne sont pas portées sur un rameau latéral, mais simplement sur un pédoncule qui se développe dans l'aisselle des feuilles de la plante.

Les fleurs axillaires, disposées à larges intervalles le long de la tige, subissent une transformation assez fréquente : les feuilles deviennent des bractées, les éléments floraux se rapprochent, et l'on arrive à avoir une *grappe simple* (Pl. 48, fig. 2), comme dans le muguet et certaines veroniques. La grappe peut être *rameuse*, *pauciflore*, *multiflore*, *flexueuse*, dressée ou pendante (Pl. 48, fig. 3). On l'appelle *feuillée* quand elle a des feuilles à la base de chaque fleur; et *ébractée* quand il n'y a pas de bractées; ce mot est synonyme de *nu*. La grappe n'ést pas toujours continue; elle est quelquefois *interrompue*.

Si les pédoncules disparaissent, que les fleurs soient sessiles et plus serrées encore que dans la grappe, et qu'elles soient portées par un axe ou rachis roide et vertical, cylindrique ou anguleux, parfois comprimé et souvent flexueux, on obtient un *épi*, comme dans les plantains (fig. 4). On ne peut établir de ligne de démarcation bien tranchée entre l'épi et la grappe, parce que les fleurs qui entrent dans la composition de l'épi peuvent être plus ou moins pédicellées; il en résulte que l'épi est lâche ou serré, et que dans ses formes générales il est cylindrique, conique ou pyramidal.

Les graminées et les cypéracées ont une inflorescence dans laquelle les fleurs sessiles sont portées par un axe secondaire et forment des petits épis appelés *épillets* (Pl. 49, fig. 3), dont l'ensemble constitue une grappe dite *spiciforme*. On trouve donc, dans cette famille, des inflorescences composées, affectant les formes désignées sous les noms d'épis *ovales, oblongs, linéaires*, etc. Quant aux épillets, dont les fleurs varient pour le nombre et la disposition, ils sont *solitaires*, *géminés*, *ternés*, *fasciculés*. Les épillets ne sont donc que les éléments de l'inflorescence; car ils affectent encore d'autres dispositions, ils sont en ombelle ou en panicule.

L'épi est le générateur naturel du *chaton*, qui est le mode d'inflorescence propre à la grande famille qu'on désignait autrefois sous le nom commun d'amentacées, et qui est aujourd'hui démembrée en plusieurs petits groupes. C'est un épi articulé à sa base et par conséquent ruptile, dont les fleurs unisexuelles, serrées entre elles, sont séparées par des bractées. Le noisetier, l'aune, le chêne, en sont des exemples (Pl 48, fig. 5, 6). On trouve dans le chaton l'unisexualité;

c'est-à-dire qu'il est composé exclusivement d'étamines ou de pistils, ce qui fait qu'il est ou mâle ou femelle.

Il est impossible de séparer le *cône* ou *strobile* des conifères (Pl. 48, fig. 6), du chaton. La seule différence qu'il y ait, dans cette grande famille, repose sur le fruit, qui est disposé autrement que dans celle des amentacées, où l'on trouve cependant, comme dans l'aune, une fructification strobiliforme.

Le *spadice*, qui est un mode d'inflorescence propre surtout aux aroïdées et aux palmiers, est un épi composé de fleurs unisexuelles, et dont l'ensemble est enveloppé par une grande bractée appelée *spathe*, sans laquelle il n'y a pas de spadice (Pl. 48, fig. 7).

Le *capitule* est un épi dont l'axe s'est atrophié, élargi, et qui a formé une tête sur laquelle sont disposées les fleurs, comme cela a lieu dans la reine-marguerite. Les composées ont un véritable capitule pour lequel on a proposé différents noms, parmi lesquels celui de *calathide* est le plus connu. Ce qui le distingue, c'est que les fleurs sont portées sur un *réceptacle commun*, variant depuis la forme absolument plane jusqu'à celle renflée, ce qui lui a fait donner le nom de réceptacle plane, convexe, concave, ovale, conique, hémisphérique. Les fleurs des végétaux de cette famille sont toujours dépourvues d'un pédicelle; elles sont sessiles et presque sans exception plongées dans l'épaisseur du réceptacle, qui est *ponctué*, *à fossettes* ou *tuberculeux;* c'est même un des caractères auxquels on distingue les genres les uns des autres (Pl. 48, fig. 8, 9).

Le *corymbe simple* est encore une modification de la grappe et de l'épi. Dans ce système d'inflorescence, ce sont les fleurs inférieures qui sont portées par de longs pédicelles, et qui viennent affleurer les fleurs supérieures ayant pour support des pédicelles abrégés et partant de points divers de l'axe. On trouve dans le poirier une des plus frappantes modifications de la grappe et de sa conversion en corymbe (Pl. 48, fig. 10).

L'*ombelle simple* termine la série des modes simples d'inflorescence, et c'est la dernière modification que subissent les inflorescences appelées *grappes* et *épis;* c'est celle dans laquelle les pédoncules partent du même point ou à peu près, et forment, par leur réunion, une surface convexe. Elle est *nue* dans la coronille (Pl. 48, fig. 11), accompagnée d'une spathe dans le genre ail, *involucrée* dans

les primevères ; elle est encore pauciflore ou multiflore, lâche, serrée, plane, convexe, etc.

L'inflorescence anomale des urticées et des artocarpées, telles que le figuier, le mûrier, le *dorstenia* (Pl. 49, fig. 1, 2, 3), a été rapportée à une modification du capitule : ce qui ferait rentrer cette inflorescence dans les inflorescences simples, et lui a valu le nom d'*hypanthode*, qui n'a pas prévalu, par analogie avec l'*anthode* ou capitule des composées. C'est en effet, dans le *dorstenia*, un réceptacle aplati qui, replié sur lui-même, rappellerait parfaitement l'inflorescence close de la figue. Ces rapprochements sont ingénieux ; mais ils n'apprennent rien sur la cause de l'évolution anomale du système floral de ces étranges familles, dans lesquelles on trouve cependant des inflorescences régulières, telles que le chanvre, le houblon, l'ortie, à la famille desquels ces végétaux appartenaient autrefois.

Ces mêmes inflorescences simples ne sont cependant pas invariables, et il arrive souvent que les modes simples se compliquent, et que les grappes et les épis, au lieu d'être exclusivement composés de fleurs solitaires, le sont de fleurs réunies sur des pédoncules ramifiés ; c'est ce qu'on appelle des inflorescences composées, qui deviennent alors les génératrices de toutes les autres. Comme on ne peut pas établir de démarcation entre les inflorescences simples et les composées, on a trouvé plus méthodique de procéder par mode de composition : c'est pourquoi l'on a donné le nom d'*ombelle composée* à une modification de l'ombelle simple, dont les rameaux sont divisés au sommet. On appelle *rayons* les divisions primaires, et *ombellules* les petites ombelles qui terminent ces rayons. Elle présente diverses modifications : elle est *pédonculée* ou *sessile*, *pauci* ou *multirayonnée* ; *nue*, quand elle n'a ni involucre ni involucelles ; et, dans le cas contraire, elle est dite *involucrée* et *involucellée*. On remarque que l'involucre peut manquer à une plante involucellée ; mais le contraire n'a jamais lieu : ainsi une ombelle munie d'un involucre sera toujours involucellée. L'ombelle *composée* est le propre de la famille des ombellifères (Pl. 49, fig. 4).

Le corymbe simple est le générateur du *corymbe composé*, qui se compose d'axes secondaires et tertiaires, quelquefois plus, partant d'insertions différentes, et dont les fleurs arrivent à une hauteur égale. On en trouve des exemples dans le groupe de la famille des compo-

sées désigné sous le nom de corymbifères, et dans les *viburnum*. Le corymbe peut être lâche, serré ou rameux (Pl. 49, fig. 2).

La *panicule* est une grappe composée, dont les pédoncules se ramifient un nombre de fois arbitraire et d'une manière inégale, et dont les ramifications inférieures sont plus longues et réfléchies. Elle est simple dans le *bromus mollis* (Pl. 49, fig. 3); *rameuse* dans le fromental; *penchée* dans le millet à grappe; *spiciforme*, étalée, divariquée, serrée, etc. C'est dans la famille des graminées qu'on trouve le plus d'exemples de toutes les variations dont la panicule est susceptible.

Une des modifications de la panicule est le *thyrse*, qui est dans toute la pureté de sa forme dans le lilas et le marronnier d'Inde. Ce n'est qu'une panicule à forme raccourcie, roide et plus symétrique que l'inflorescence génératrice (Pl. 49, fig. 4).

La *cyme*, dans l'acception rigoureuse du mot, est le système d'inflorescence dans lequel les rameaux procédant par dichotomie, et tout en se subdivisant à mesure qu'ils s'éloignent de l'axe primaire, arrivent comme le corymbe à une même hauteur, en dominant la fleur qui termine la tige. On pourrait faire, sans inconvénient, disparaître ce mot de la terminologie botanique, parce qu'il n'y a rien de régulier dans la composition de la cyme. Les anciens auteurs définissaient la cyme d'une manière différente, ce qui donnait plus de facilité au descripteur. La cyme, suivant eux, était une inflorescence, dont les premiers rameaux partent d'un même point, tandis que les autres n'observent aucun ordre. Le sureau (Pl. 49, fig. 5), les euphorbes, les valérianées, les œillets offriraient des exemples de cette disposition florale. La cyme engendrerait le *fascicule*, dans lequel les fleurs arrivent à une même hauteur, tel est l'œillet des Chartreux (Pl. 49, fig. 6), et le *glomérule*, qui est une cyme beaucoup plus semblable au capitule qu'à toute autre inflorescence.

Un autre mode particulier d'inflorescence, qui a exercé la sagacité des botanistes organographes, est celui qui se voit dans certaines familles, telles que les borraginées, les crassulacées, les solanées, où les fleurs affectant la disposition appelée *grappe* et *cyme*, sont cependant disposées symétriquement le long du pédoncule, et sont enroulées en hélice, ce qui leur a valu le nom de *grappe* et *cyme scorpioïdes*, à cause de leur ressemblance avec la queue du scorpion. Le myosotis, l'héliotrope, offrent des exemples de la grappe scorpioïde.

On explique ce mode d'inflorescence enroulée par la succession d'axes très-courts, entés les uns sur les autres, portant chacun une fleur, et formant, les uns par rapport aux autres, des angles aigus et de plus en plus courts.

Ces différents systèmes d'inflorescence, que nous avons considérés dans l'ordre de leur génération successive, sont en général rapportés à quatre groupes fondamentaux : les inflorescences *axillaires*, comme les fleurs solitaires, géminées ou verticillées, les épis, les chatons, la grappe, la panicule; les inflorescences *terminées*, comme la cyme; les inflorescences *mixtes*, qui tiennent des deux premières, comme le thyrse et le corymbe; les inflorescences *anomales*, comme l'ombelle, le capitule. Ces vues méthodiques ne sont vraies qu'au point de vue général; car les deux groupes *mixtes* et *anomaux* indiquent l'hésitation de la méthode et prouvent jusqu'à quel point il faut, dans la science, éviter les dénominations absolues. On passe de la panicule au thyrse, à la grappe, au corymbe, du corymbe à la panicule, de l'ombelle au capitule, de l'épi au chaton; il faut donc se borner aux modes nettement définis.

Malgré la différence des idées systématiques, tels sont les modes principaux présentés par les végétaux phanérogames dans leur évolution florale. Il reste à considérer l'inflorescence sous le rapport de ses relations avec l'ensemble de la plante; elle dépend de la disposition des *pédoncules* sur l'axe primaire ou les axes secondaires et tertiaires. Le pédoncule est la dernière expression du développement raméal. Quand la force végétale est arrivée à la limite de sa puissance évolutive, elle produit un rameau dernier qui est le pédoncule; celui-ci ne peut plus donner naissance qu'à la fleur, but final de toute existence végétale; mais il affecte à son tour des modes divers, et l'on trouve plusieurs passages insensibles de la fleur réellement *pédonculée* à celle qui est à pédoncule très-court, ce qui fait donner à cette fleur l'épithète de *subpédonculée*. Un nouveau degré d'abréviation dans la longueur du pédoncule lui vaut le nom de fleur *subsessile*; et quand le pédoncule n'existe plus, elle prend le nom de fleur *sessile* ou non pédonculée.

Le pédoncule n'est pas, à proprement parler, le support direct de la fleur; car il n'est pas toujours le dernier élément floral, puisqu'il se subdivise quelquefois, et dans cette circonstance on réserve le nom de *pédoncule* pour le support primaire, et celui de *pédicelle* pour

le support sur lequel est directement fixée la fleur; mais on a conservé le nom de pédoncule pour les supports floraux, qu'ils soient *terminaux*, c'est-à-dire qu'ils proviennent d'un prolongement de l'axe primaire, ou *axillaires* et *latéraux*, qu'ils dérivent de l'axe et soient un appendice raméal, ou bien encore qu'ils sortent d'un axe secondaire ou tertiaire. Il faudrait, pour arriver à la précision, autant de dénominations qu'il y a de modes particuliers de supports floraux ; mais la terminologie botanique est déjà bien assez chargée, et tout néologisme devient une nouvelle cause d'incertitude; car, dans cette science surtout, il n'y a pas de loi qui ne comporte un nombre considérable d'exceptions. Ce qui vient d'être dit du pédoncule s'applique à la *hampe*, nom sous lequel on a désigné tout support floral qui part du centre de feuilles radicales. On a tantôt désigné sous ce nom un véritable pédoncule, comme dans les liliacées, les asphodélées, etc., où il n'est autre chose qu'un pédoncule axillaire; d'autres fois, c'est une véritable inflorescence terminale, et il est alors une dépendance de l'axe primaire. Pour éviter toute confusion, il faut réserver le nom de *hampe* au support floral qui provient de tiges souterraines et vivaces.

Le pédoncule, que nous avons vu être terminal et axillaire, est quelquefois *sur-axillaire;* il naît au-dessus de la feuille, et semble être, comme dans le *menispermum Canadense*, le résultat du développement du bourgeon supérieur né dans l'aisselle d'une feuille; il est *pétiolaire* quand il paraît prendre naissance sur le pétiole, avec lequel il n'est que soudé, comme dans les *tapura*, les *hibiscus*; *épiphylle* ou *foliaire* dans le tilleul, où il semble né du milieu de la bractée, tandis qu'il est encore soudé avec la nervure moyenne de cette feuille transformée. Il est dit *foliaire* dans les *ruscus* à fleur pédonculée, car dans l'*aculeatus* les fleurs sont sessiles; *marginal* dans les xylophylles, qui ont des fleurs sur les bords de l'expansion aplatie qu'on regarde comme une feuille, ainsi que dans les *epiphyllum*, où la fleur sessile est portée par une expansion de même apparence, ce qui n'est, dans les trois cas, qu'un rameau d'apparence foliacée.

Les pédoncules *oppositifoliés* sont ceux qui naissent à l'opposé d'une feuille, comme dans la douce-amère; ce n'est que le résultat du développement par hypertrophie de l'axe secondaire, tandis que l'axe primaire a avorté.

Le pédoncule *alaire*, dans la *stellaria holostea*, prend naissance

entre deux rameaux divergents, et n'est que le sommet avorté d'une tige.

Il est *intrafoliacé* ou *interpétiolaire* dans l'*asclepias Syriaca*, c'est-à-dire qu'il est placé entre les feuilles ou les pétioles.

Si l'on observe attentivement ces diverses apparences, on reconnaîtra qu'elles sont trompeuses; que, malgré toutes les modifications que présentent les pédoncules, ils sont réellement terminaux ou axillaires, les deux conditions normales du pédoncule, et que leurs variations rentrent dans les cas d'avortement, de soudure, et autres phénomènes tératologiques.

Considérés sous le rapport de la direction, les pédoncules sont dressés dans la plupart des inflorescences; quelquefois, comme dans le lierre terrestre, ils se courbent lorsque la corolle est tombée. En général, on voit les organes subir des changements de direction, surtout lors de la fructification; c'est ainsi que le pédoncule du cyclamen se contourne en spirale lorsque le fruit mûrit; dans la linaire cymbalaire, les pédoncules s'allongent et plongent leur extrémité dans les trous des murs ou des rochers pour y mûrir la graine à l'abri des influences extérieures. Le trèfle souterrain, l'*arachis hypogea*, enfoncent en terre leur jeune fruit, qui mûrit caché dans la profondeur du sol. La *vallisneria spiralis* a de tout temps attiré l'attention des observateurs par la forme en spirale de son pédoncule, qui s'allonge lors de l'épanouissement de la fleur femelle, vient la présenter à la surface de l'eau, pour la soumettre à l'action du pollen, puis, après la fécondation, s'enroule de nouveau, et va mûrir son fruit sous les eaux.

La forme la plus ordinaire des pédoncules est cylindrique; ils sont cependant aplatis dans certaines fritillaires, et renflés dans l'anacarde.

Les dimensions du pédoncule sont soumises à de nombreuses variations sur une même plante; aussi ne sont-ils pas à mettre au rang des caractères propres à établir une diagnose.

Certains végétaux, comme le marronnier d'Inde, ont un pédoncule articulé, qui se détache facilement de son axe; il tombe, dans certains végétaux, soit après la chute de la corolle, quelquefois même avant, soit lorsque le fruit est mûr.

On trouve de fréquents exemples de la transformation des pédoncules en épines, par exemple, dans l'*alyssum spinosum*, et

d'autres fois en vrilles, comme dans le *cardiospermum halicacabum*.

Les *pédicelles*, ou les pédoncules secondaires, sont en tout la répétition des pédoncules primaires, et presentent les mèmes phénomènes.

On a donné aux associations pédonculaires des noms qui rappellent leur disposition; l'*axe* ou *rachis* est le pédoncule allongé avec des pédicelles très-courts, comme dans le maïs; la *rafle*, le pédoncule central avec des pédicelles prononcés, simples ou géminés, comme dans la vigne, le groseillier; le *réceptacle commun* est une sorte de fasciation des pédoncules propres aux composées et aux dipsacées.

L'histoire du pédoncule est celle de l'inflorescence relative : comme lui, elle est *terminale, axillaire, radicale, alaire, sur-axillaire, pétiolaire*, etc. Ces dénominations, quoique de pure méthode, sont néanmoins d'une grande importance relative ; car, dans les descriptions, on est obligé de se servir de noms arbitraires, destinés à rendre la diagnose plus intelligible; il faut donc les conserver, bien qu'ils ne répondent pas toujours à la genèse organique ; car on ne peut s'empêcher de reconnaître qu'en général la haute botanique ou la botanique spéculative comporte peu d'applications, et jette souvent une grande confusion dans le système de description.

Un fait, dont l'exposé succinct présente de l'intérêt, est celui du développement successif des fleurs qui composent un système quelconque d'inflorescence. Il est dans l'ordre naturel, que l'évolution florale corresponde à celle des supports florifères, et, que par conséquent, leur ordre de succession soit le même; c'est ainsi que nous voyons, dans une inflorescence composée d'une suite d'axes florifères naissant sur un pédoncule commun, les axes inférieurs donner leurs fleurs plus tôt que les axes supérieurs, dont le développement a été postérieur. Ce qui s'explique pour le système d'inflorescence allongée en grappes et en épis devient plus obscur dans le système d'inflorescences aplaties, qu'on appelle cyme, ombelle, capitule : les pédoncules extérieurs étant ceux dont le développement a eu lieu le premier, la loi reste la même, et la floraison a lieu de la circonférence au centre. C'est ce qui a fait donner le nom d'*inflorescence centripète* à ce système normal ou de développement par ordre de primogéniture.

Dans l'inflorescence composée d'un axe primaire et d'axes secon-

daires ou tertiaires, le contraire a lieu, mais ce n'est encore qu'une apparence, car la loi reste immuable : l'axe florifère le plus ancien, qui se trouve au centre, donne sa fleur avant ceux de la circonférence, qui sont les plus récents ; de là le nom d'*inflorescence centrifuge*, donné à ce système particulier, qui n'est qu'un mode propre aux inflorescences complexes avec des axes d'évolution périphérique successive. Le chardon à foulons, qui affecte la cyme contractée, présente le phénomène assez étrange de la floraison médiane : les fleurs ne se developpant ni à la base ni au sommet, mais au centre, ce qu'on regarde comme le résultat de la soudure de plusieurs épis, ayant par leur réunion une apparence unique, il en résulte que l'inflorescence du *dipsacus fullonum* est un capitule, tandis que dans l'*echinops* les fleurs, quoique disposées en globe, fleurissent du haut en bas, ce qui fait que ce n'est plus un capitule, mais une cyme définie.

BOTANIQUE GÉNÉRALE

LIVRE III

PHYSIOLOGIE DES ORGANES DE LA VÉGÉTATION

BOTANIQUE
GÉNÉRALE

PHYSIOLOGIE DES ORGANES DE LA VÉGÉTATION

Nous avons suivi, dans ses principaux développements, l'évolution des différents systèmes d'organes des végétaux, considérés comme appareils de la nutrition. Il nous reste maintenant à étudier le jeu de ces organes, et à voir quel rôle ils jouent dans l'entretien de la vie du végétal.

La connaissance de ces phénomènes complexes, qui sont la mise perpétuelle en rapport entre l'être organisé et le monde extérieur, constitue la science physiologique ou de la nutrition : car les êtres organisés, animaux ou plantes, ne vivent que par l'échange incessant qu'ils font de molécules avec les agents ambiants. Cette doctrine est la seule qui réponde à l'idée de la course éternelle et circulaire des choses. On trouve, dans la cosmogonie indienne, cette idée exprimée sous une forme qui sera toujours vraie : c'est celle qui représente le monde et tous les êtres qui l'animent, ainsi que tous les corps matériels répandus dans l'espace, comme soumis à une loi d'expansion et de contraction, qui représente la vie et la mort, l'activité et le repos, la création et le néant. C'est cette activité, toujours en mouvement, qui fait sortir du grand réservoir, qu'on appelle la terre, les premières molécules animées, et qui, pendant toute la durée de l'existence de l'être, donne et reçoit alternativement jusqu'à ce que le cycle vital soit accompli, énigme dont il faut chercher le mot au sein de la nature vivante. C'est la théorie qui représentera le mieux cet échange; elle sera, sinon la véritable, tout au moins celle qui sera le plus près de la vérité, parce que, malgré la variété prodigieuse des phénomènes qu'elle présente, la nature ou la force vivante est une, et la même loi s'applique aussi bien aux

grands corps qui roulent dans l'immensité, qu'à l'infusoire qui vit au sein d'une goutte d'eau ou à la mousse attachée au flanc du rocher. Pour la facilité de l'intelligence des grands phénomènes physiologiques, nous classerons chaque fonction dans l'ordre successif de son importance, et chacune d'elles sera développée dans son ordre de priorité, bien que toutes concourent à un but commun, qui est la nutrition. Ces fonctions sont l'*absorption*, la *circulation*, la *respiration*, l'*exhalation* ou la *transpiration*, la *sécrétion*, l'*excrétion* et l'*assimilation* qui détermine l'*accroissement*.

Voici les motifs déterminants de cet ordre :

1° L'*absorption* prend les fluides et les éléments gazeux répandus à l'extérieur et les fait pénétrer dans le tissu végétal.

2° La *circulation* charrie ces liquides dans toutes les parties de la plante, les porte aux organes d'élaboration et les y reprend pour les transporter sur les points où la vie les appelle quand ils sont organisés.

3° La *respiration*, en mettant les liquides apportés par la circulation en communication avec l'air ambiant, leur donne des propriétés nouvelles et les dégage des principes inutiles pour les convertir en substance organisée.

4° L'*exhalation*, comparable à la transpiration chez les animaux, rend à l'atmosphère les fluides gazeux impropres à l'acte de la nutrition.

5° La *sécrétion* met en œuvre le fluide séreux et choisit, parmi les matériaux de la nutrition, certains principes qu'elle dépose dans des réservoirs particuliers : c'est ainsi que se forment les sucs propres.

6° L'*excrétion* peut être considérée comme une double fonction : dans le premier cas, elle dépose simplement à l'extérieur de la plante des principes particuliers qui sont le produit de la sécrétion ; dans le second, elle rejette au dehors des principes inassimilables, ce qui a été brièvement exposé dans l'article relatif à la fonction des racines.

7° L'*assimilation* entretient la vie dans le végétal en conservant et renouvelant molécule à molécule les parties déjà existantes, et en créant de nouveaux tissus.

L'ensemble de ces fonctions constitue le phénomène de la nutrition ; nous trouvons donc dans l'etre végétal le même cycle que dans

l'animal : un échange perpétuel entre lui et les agents ambiants, jusqu'au moment où il rendra à la terre les éléments qu'il lui a empruntés, et dont une partie se répandant dans l'atmosphère sous forme de gaz ou de vapeur élastique, et l'autre se mêlant aux matériaux du sol, servira à la perpétuation de la vie. Nous trouvons dans le végétal ce que nous ne voyons que chez un petit nombre d'animaux, dans l'échelle inférieure, et surtout dans les polypiers; c'est que, dans l'animal, l'acte physiologique appelé *nutrition* se compose de deux faits successifs : l'accroissement des tissus et le perfectionnement morphologique; puis une fois la forme acquise et le développement complet, la vie organique ne fait plus que se maintenir dans un état d'équibre rompu seulement par l'usure des organes, tandis que, dans le végétal, il faut regarder chacune des parties qui le composent comme une individualité particulière, même dans les végétaux annuels. On pourrait même dire que chacun des organes dont l'ensemble constitue la plante, surtout les organes appendiculaires, émanation de l'organe axile qui porte en germe un appendice quelconque, est un végétal réunissant la triple condition nécessaire pour former un être complet, une partie inférieure ou radiculaire, axile ou tigellaire, appendiculaire ou foliaire. Quant à la fleur, elle appartient à un ordre évolutif tout différent, et est spécialement destinée à la fonction de reproduction.

Dans l'exposé de cette partie si importante de la Botanique, nous ne dissimulerons pas les obscurités, les contradictions même qui l'entourent, et nous ne nous flattons nullement d'avoir levé aucun des doutes qui planent sur le mystère de la vie végétale : si nous sommes à chaque pas arrêtés dans l'explication des phénomènes de la vie animale, nous ne le sommes pas moins dans ceux de la vie végétale, qui, par sa simplicité même, échappe à une investigation satisfaisante. On trouve, en botanique et en zoologie, comme dans les sciences de pure spéculation et d'idéologie, ce qui ne devrait jamais avoir lieu dans les sciences d'observation : des *écoles* rivales, des théories en lutte ouverte, comme s'il était logique de faire schisme en présence des faits. On ne peut en effet qu'avoir raison ou tort, si ce n'est absolument et sur tous les points, c'est au moins sur quelques-uns des principes fondamentaux. Ce qui conviendrait à la dignité de la science, c'est d'examiner avec bonne foi et impartialité les faits dans leur ordre successif, de les analyser un à un sans pré-

cipitation, en rejetant toute idée préconçue, sans autre méthode que celle de l'analyse pure, et sans soumettre violemment le fait, si inflexible de sa nature, à une théorie ; de fixer ainsi jusqu'à quel point la lumière est commune pour tous les observateurs, et le point où les divergences, c'est-à-dire les obscurités, commencent. Nous n'en sommes pas là : on oppose théorie à théorie, sans concession aucune, et le résultat de ces contradictions, c'est de rendre la science inintelligible pour les néophytes, à moins que chacun d'eux ne prenne place à côté du maître, prêt à rompre une lance en faveur des idées qu'il ne comprend pas, mais qu'on a imposées à son ignorance.

Les travaux de la savante Allemagne ne nous ont, jusqu'à ce jour, pas appris grand'chose : l'esprit spéculatif des physiologistes d'outre-Rhin les jette dans les idées théoriques, et la science, au lieu de s'enrichir de ces études profondes, devient une Babel dont la confusion augmente chaque jour. Au lieu de voir la physiologie en philosophes positivistes, dans le fait, rien que dans le fait, ils ont, avec la plus merveilleuse, on pourrait dire la plus déplorable facilité de synthèse, échafaudé des théories ingénieuses, mais qui n'en sont pas moins spécieuses pour cela; et le sens véritable de la grande énigme de la nature se perd au milieu de ce dédale de faits épars, incohérents, sans lien, et faussés dans leur interprétation par les théories.

Nous exposerons donc les idées dominantes, sans prendre absolument parti pour aucune d'elles; cependant nous dirons celles qui nous semblent le plus conformes à la vérité, et nous avouerons l'insuffisance actuelle de la science à l'explication des faits, chaque fois que nous n'aurons pas de motif de certitude. En employant le mot *certitude*, nous n'entendons pas parler de certitude absolue, mais tout simplement relative : car la vérité nous échappe, et nous sommes heureux de pouvoir suivre de loin, et comme un phare destiné à nous sauver du naufrage, la lueur qui nous guide à travers le labyrinthe des faits inexplicables ou inexpliqués.

CHAPITRE PREMIER

ABSORPTION.

Les racines sont les organes essentiels de l'absorption. C'est principalement par leur extrémité, dont le tissu paraît spongieux, ce qui leur a valu le nom de *spongioles*, organes rejetés par quelques botanistes, et qui, cependant, paraissent exister réellement, que les substances saturant le sol pénètrent de l'extérieur dans l'intérieur du végétal. L'épiderme des extrémités radiculaires existe-t-il, ou les spongioles en sont-elles dépourvues? C'est ce qu'on ne peut absolument affirmer ou nier. Dans cette partie de la plante, dont la texture cellulaire est évidemment différente, il y a, sinon privation absolue, tout au moins amincissement de l'épiderme, et la perméabilité épidermique est augmentée; car c'est dans les spongioles surtout que réside la puissance d'absorption, qui n'est pas une simple imbibition capillaire.

On constate expérimentalement cette propriété, en plongeant dans l'eau les extrémités radiculaires d'un végétal, et l'on voit l'absorption s'exercer avec toute sa puissance. Si, au contraire, on immerge le corps de la racine et qu'on place les radicelles en dehors du vase, l'absorption diminue et la plante s'affaiblit et meurt. Bien qu'on nie l'existence d'une action purement dynamique, et que, outre les phénomènes de capillarité et d'hygroscopicité, on veuille voir, dans l'*endosmose*, l'explication toute physique d'un phénomène physiologique, il est plus rationnel d'admettre que les corps vivants ont un mode d'absorption qui leur est propre, et que c'est à la vie qu'est dû ce phénomène. On a opposé à cette idée l'indifférence avec laquelle les radicelles absorbent tous les fluides, qu'ils soient nuisibles ou salutaires, les conditions de l'absorption étant seulement la division la plus ténue possible des éléments de nutrition : cette raison n'est pas suffisante pour repousser l'action dynamique, car l'activité organique n'implique nullement l'élection dans le choix des éléments qui servent à l'entretien de la vie, et les végétaux absorbent avec indifférence les fluides répandus autour d'eux, comme le prouvent les expé-

riences de Bertrand, qui a fait croître des plantes dans la sève découlant de la vigne au printemps et dans celle si abondante du bouleau : ils absorbent même les fluides tenant en dissolution des poisons actifs et les transportent dans toute l'économie; ce qui, au reste, n'a pas lieu pour les végétaux seulement, car l'empoisonnement miasmatique, l'absorption des principes les plus délétères, ont aussi bien lieu pour les animaux que pour les végétaux. Nous reconnaissons seulement qu'outre la division des principes fluides ou gazeux répandus dans le sol, il y a deux causes de stimulation, qui sont la chaleur et la lumière.

Les substances dissoutes dans l'eau, qui est leur véritable véhicule, et qui fournit d'abord l'hydrogène et l'oxygène, sont : l'acide carbonique, que donnent les eaux des pluies qui en contiennent, et le terreau, (appelé *humus;* l'ammoniaque et l'oxyde d'ammonium, sources de l'azote. C'est surtout sous la forme de sel que l'ammoniaque existe dans le sol, et les engrais animaux en sont l'origine principale. La pluie renferme de l'acide azotique qui, en rencontrant dans le sol l'ammoniaque, se combine avec lui et y forme un azotate. On y peut joindre les sels des différents noms contenus dans le sol, et qui y subissent des décompositions multiples. (Voir *Chimie végétale.*) C'est dans le double réservoir de l'atmosphère et de la terre que les végétaux puisent tous les éléments liquides ou gazeux qui servent à l'entretien de leur vie, et qui, par leur élaboration, se convertissent en ces différents produits que nous retrouvons dans les plantes. Les principes de nature inorganique, fixés dans les parties solides, sont ceux que nous voyons mêlés aux cendres des végétaux après leur combustion. Le sol, ou plutôt la terre, n'est donc qu'un milieu perméable dans lequel sont déposés les principes nutritifs; elle est d'autant plus propre à la végétation, qu'elle les conserve plus longtemps, et qu'elle présente à l'atmosphère et aux agents impondérables une perméabilité assez grande pour qu'ils exercent leur influence sur les substances contenues dans le sol, et sur les racines dont ils sont les excitateurs. C'est pourquoi l'ameublissement du sol est une des plus importantes et des plus essentielles opérations de l'agriculture et de l'horticulture. En suivant avec attention les différentes phases de la vie du végétal, nous retrouverons la raison des opérations agricoles et horticoles, constatées empiriquement, il est vrai, mais qui ne peuvent que gagner à

prendre leur point d'appui dans l'explication des phénomènes physiologiques.

Depuis les progrès de la chimie organique, on est convaincu que la séve n'est pas, comme le pensaient Van Helmont et d'autres naturalistes, de l'eau transformée : les éléments qui entrent dans sa composition en sont la preuve la plus positive, et les expériences faites dans le but de prouver cette thèse sont sans valeur, parce que les expérimentateurs ne tenaient aucun compte de l'action physiologique de la respiration, qui fournit ses principes assimilables, puisés dans l'atmosphère, et ne voyaient pas que l'eau n'est que le véhicule qui sert à dissoudre les éléments de nutrition.

C'est ainsi que les sels solubles dans l'eau, ou les substances inorganiques très-divisées, pénètrent dans les plantes. Th. de Saussure trouva du carbonate de chaux dans les rhododendrons qui avaient crû sur un terrain calciné, et de la silice dans ceux qui avaient végété dans un sol granitique. Les plantes qui croissent dans les décombres contiennent de l'azotate de potasse, et celles qui vivent au bord de la mer, du chlorure de sodium.

Ce qui prouve jusqu'à quel point la division est nécessaire pour que l'absorption s'exerce, c'est que les éléments de nutrition les plus riches en matériaux alibiles, tels que le jus de fumier, les substances gommeuses, etc., ne pénètrent pas dans le végétal. On doit voir, par ce rapide exposé de la première et de la plus essentielle des fonctions végétales, que la connaissance des phénomènes physiologiques intéresse l'agriculture, qui trouve à se rendre compte de ses opérations.

Les racines, quoi que disent certains auteurs, sont les seuls organes d'absorption des végétaux. Si des rameaux séparés de la tige exercent sur les liquides une certaine puissance de succion; si des fleurs coupées se maintiennent fraîches plongées dans l'eau; si des boutures de saule, d'aulne, etc., absorbent les liquides dont le sol est saturé, tous ces faits ne changent rien à la loi générale; ce sont des effets temporaires qui ne peuvent se prolonger longtemps. Les boutures d'aulne, par exemple, se maintiennent vivantes, en absorbant les liquides par la coupe inférieure, pendant une année peut-être; mais elles ne donnent aucun signe de vie l'année suivante, si des racines ne se sont point formées dans le courant de l'année précédente.

Bonnet ayant vu des feuilles posées sur l'eau, par le côté qui a le plus de stomates, se conserver fraîches pendant un temps assez long, en a conclu que toutes les parties de la plante sont aptes à remplir cette fonction d'absorption. D'autres auteurs, exagérant ce phénomène accidentel, et s'appuyant sur le câprier, la pariétaire, l'*asplenium ruta-muraria,* les *cactus,* les agaves et les orchidées épiphytes, etc., qui croissent dans des stations exposées à la plus grande aridité, ont cru même pouvoir nier les fonctions absorbantes des racines, qu'ils ne considèrent que comme des crampons servant seulement à fixer la plante au sol, et ils ont cherché à établir que les végétaux tirent leur nourriture de l'atmosphère au moyen des feuilles.

Une pareille théorie tombe devant les faits les plus triviaux. Il suffit, en effet, de détacher un pied de pariétaire du sol ou des pierres dans lesquelles elle est fixée, et de la suspendre à l'air, pour la voir se flétrir en quelques heures; de même pour le câprier, l'asplénium et toutes les plantes qui croissent dans les sables les plus arides. Si les plantes grasses, cactus et agave, continuent à croître, quoique détachées du sol, ce n'est pas parce qu'elles tirent leur nourriture de l'atmosphère, mais bien parce qu'elles renferment une certaine quantité de nourriture accumulée dans leur tissu ; elles donnent naissance à de nouvelles productions jusqu'à ce que cette nourriture soit complétement épuisée. Il n'est donc pas douteux que c'est à l'aide de cette accumulation de principe nutritif que ces plantes vivent dans les cas de sécheresse extrême, et qu'elles réparent ces pertes pendant la saison des pluies. Il est facile du reste de s'en rendre compte : qu'on place une plante grasse dans une serre sans l'arroser jamais, et on la verra bientôt dépérir, se faner et mourir.

Quant aux feuilles placées sur l'eau, il est tout naturel que ces feuilles se conservent fraîches plus longtemps ; les stomates se trouvant bouchés par le liquide sur lequel la feuille repose, il n'y a plus d'évaporation, partant les tissus restent humectés, et la fraîcheur se conserve.

Enfin, un fait qui prouve péremptoirement les fonctions des racines, c'est ce qui se passe après l'arrosement d'une plante flétrie. En versant l'eau au pied seulement, on voit en très-peu de temps les feuilles et les rameaux renaître à la vie, phénomène qui n'a pas lieu,

lorsqu'on verse l'eau sur les parties aériennes, en en privant les racines.

La racine est donc bien incontestablement l'organe absorbant, dont les fonctions s'exercent par les extrémités ou spongioles, et par de nombreux petits poils unicellulés qui hérissent les parties jeunes des radicelles.

Les phénomènes d'absorption ont lieu dans les plantes, comme dans les animaux, par intussusception; mais, étant privées de locomotilité, elles puisent autour d'elles leurs éléments de nutrition, en demeurant exposées à toutes les influences favorables ou délétères des agents ambiants.

Les plantes n'ont pas, comme on le prétend quelquefois, la faculté de choisir leur nourriture; elles absorbent indistinctement les substances les plus nuisibles, comme les plus nutritives. On pourrait tout au plus dire que les spongioles exercent une espèce de choix, quant à la densité des liquides, en ce qu'elles absorbent d'autant plus facilement, que les liquides sont moins denses. Ainsi, Théodore de Saussure a constaté que des plantes placées dans de l'eau chargée de principes salins sucrés et gommeux, absorbent à proportion plus d'eau que de matières qui y sont dissoutes, de telle sorte que l'eau qui reste après l'expérience est plus saturée qu'avant d'y avoir plongé les racines; il constata, en outre, que les racines absorbent davantage de liquides les plus fluides, lors même que ces liquides sont nuisibles aux plantes, et qu'elles en absorbent une plus faible dose quand ces liquides sont plus denses quoique étant plus nutritifs.

Ces faits sembleraient démontrer que l'action absorbante des spongioles est plutôt une action mécanique qu'une action vitale.

Les anciens physiologistes pensaient que les plantes pouvaient vivre d'eau pure. Bonnet et Van-Helmont surtout cherchèrent à prouver cette hypothèse, et ils crurent avoir suffisamment démontré la vérité du fait, en faisant croître des arbres dans de l'eau pure. C'est ainsi que Bonnet avait planté un arbre fruitier dans de la mousse qu'il arrosait d'eau distillée, et qu'il en obtint des fruits. Mais dans cette expérience, Bonnet ne vit pas que la mousse fournissait des matières organiques décomposables, dont les principes nutritifs étaient dissous par l'eau et assimilés par le végétal. L'eau de pluie elle-même n'est jamais pure; elle contient en suspension des molé-

cules organiques et minérales qui, par la décomposition, produisent un des éléments nourrissants, l'acide carbonique.

L'eau pure ne suffit pas à l'entretien de la vie; elle ne peut, seule, constituer de nouveaux organes. Elle n'est que le véhicule qui transporte la substance nutritive, l'élément de l'organisation végétale, et sa présence dans les tissus entretient et maintient la vitalité.

CHAPITRE II

CIRCULATION.

Les botanistes des siècles derniers, entre autres Malpighi et Lahire, ont voulu voir, dans l'appareil circulatoire des végétaux, les mêmes éléments que ceux qui constituent le système dans lequel circule le sang des animaux : de là l'existence des veines dans les uns comme dans les autres; des trachées chez les végétaux comme dans les insectes; des poumons comme dans les animaux, et un estomac pour opérer la digestion du chyle dans les arbres. Cet estomac, que nul n'avait pu voir, fut placé, par les uns, entre les racines et le tronc ; les autres, peu satisfaits de la place qui lui était ainsi assignée, mais ne voulant pas renoncer aux ingénieuses théories de l'analogie, le placèrent autre part.

Tournefort lui-même a cherché à établir rigoureusement ce singulier système, que Bonnet, Dodart, Hales et Magnol ont combattu énergiquement, voyant qu'on s'égarait en lui accordant trop d'importance.

Si Harvey a pu démontrer et faire voir sa belle découverte de la circulation du sang chez les animaux, aucun botaniste n'a pu donner la preuve d'une circulation semblable pour la séve des végétaux.

Chez les animaux, le *cœur*, cet organe si essentiel de la vie animale, est reconnu pour le moteur de la circulation du sang; on ne trouve rien d'analogue dans les végétaux. Les *artères* sont des canaux qui partent du cœur, et portent le sang dans toutes les parties du corps; les *veines* sont d'autres canaux par lesquels le sang est ramené au cœur. Artères et veines partent de deux points différents du siége de la circulation. A leur point de départ, ce sont de gros troncs, l'artère aorte et les veines caves, qui se divisent ensuite en de nombreuses ramifications, dont les dernières sont des petits canaux très-déliés ou vaisseaux capillaires. C'est par l'extrémité de leurs vaisseaux capillaires, que les veines s'unissent aux artères, en se greffant, pour ainsi dire, sur les extrémités des vaisseaux capillaires de ces dernières (Pl. 50, fig. 1), et que le bel appareil circulatoire se trouve établi. Le sang peut alors circuler continuellement sans interrup-

tion et revenir constamment à son point de départ, qui est le cœur.

C'est du ventricule gauche que s'échappe le sang artériel ou nutritif; sa couleur, à ce moment, est d'un beau rouge vermeil. Il pénètre par l'artère aorte dans l'appareil artériel, qui le porte dans toutes les parties du corps, à l'aide des nombreuses ramifications de ces vaisseaux capillaires. Parvenu à l'extrémité de ces vaisseaux, le sang artériel a perdu une grande partie de son principe nutritif : il est usé; sa couleur est d'un rouge foncé noirâtre. C'est alors qu'il est absorbé par les vaisseaux capillaires du système veineux, et qu'il reprend une marche contraire pour retourner au cœur, dans lequel il pénètre par l'oreillette droite, puis dans le ventricule situé au-dessous. De là il passe par l'artère pulmonaire pour se rendre dans les poumons, où il est soumis à l'action de l'air, et transformé à nouveau en sang artériel. Il quitte les poumons par les veines pulmonaires, qui le font passer dans l'oreillette gauche du cœur, d'où il tombe dans le ventricule gauche, auquel communique l'artère aorte, par laquelle il rentre dans le système artériel; et ainsi jusqu'à la mort de l'animal.

Un anatomiste connaît tout cet appareil : il peut démontrer et faire voir cette circulation; mais aucun botaniste n'a jamais pu rien montrer de semblable dans les végétaux.

La tige et les organes foliacés, c'est-à-dire les feuilles, stipules et bractées, sont deux systèmes unis entre eux par des liens intimes, qui concourent en même temps à une série de phénomènes, dont le premier est la circulation; mais on n'y rencontre aucun organe affecté exclusivement au mouvement circulatoire de la séve.

En effet, après la vie indépendante des cellules, le premier mouvement collectif, le premier acte de la vie organique, est celui de la séve, qui n'est autre que le liquide puisé par les racines, et qui, après y avoir subi une modification première en se mêlant au fluide animé contenu dans leurs cellules, s'élève de proche en proche jusqu'à la tige, en devenant de plus en plus dense à mesure qu'elle s'élève[1].

1. Knight a démontré que la séve est d'autant plus dense et plus sapide qu'elle est prise à une plus grande distance de la racine. Il a trouvé, dans une plante, qu'au niveau de sa racine, sa densité était de 1,004; à 3 mètres plus haut, 1,008; et à 5 mètres, 1,012. En hiver, elle est plus dense qu'en été. Dans un arbre coupé en hiver, elle avait une densité de 0,679, et au milieu de l'été, elle n'était que de 0,609, ce qui explique pourquoi les arbres coupés en hiver se conservent moins bien que ceux coupés en automne.

Un autre phénomène qui mérite d'être signalé, est le changement de composition de

attirée par l'action vitale des bourgeons et des feuilles, et obéissant sans doute à la double force de la capillarité et de l'endosmose, mais mue par une force inconnue, qu'on attribue à l'irritabilité, et qui ne peut être un simple refoulement de bas en haut, *vis a tergo*. Le but de cette première ascension est de charrier, sans autre changement qu'un mélange à des substances toutes formées qu'il trouve sur son passage, le liquide destiné à subir des modifications nouvelles en arrivant dans les feuilles, et à devenir élément réparateur de la vie.

Cette sève, qu'on appelle ascendante, monte par le corps ligneux, et non pas, comme on l'a cru longtemps, par le centre médullaire ou par l'écorce. C'est un fait acquis à la science; mais on n'est pas d'accord sur la route qu'elle suit dans le végétal pour arriver jusqu'aux feuilles. D'après l'opinion de certains botanistes, elle suit la route des vaisseaux; suivant d'autres, celle des méats intercellulaires, unique voie qu'elle parcoure dans sa marche ascensionnelle; puis enfin elle pénètre les fibres ligneuses, qui concourent, avec les méats, au mouvement de cette séve aqueuse, qui se transforme de propre en proche dans sa marche. Cette séve n'est que la préparation à l'élaboration des matériaux de nutrition, fixés plus tard dans le végétal par la séve descendante.

On ignore encore le rôle que jouent les vaisseaux dans la translation de la séve ascendante; ils ont été longtemps trop mal connus pour cela : ce n'est même que dans ces derniers temps qu'on a suivi et déterminé leur mode réel de distribution, sans pour cela être d'accord sur leurs fonctions. Les trachées et les vaisseaux des différents ordres, que nous avons vus se former dès le principe du développement de la plante, existent dans toutes ses parties, jusqu'aux plus ténues, et établissent ainsi un système de correspondance et de solidarité entre tous les organes. Malgré la ressemblance, assez frappante, qui paraît exister entre les végétaux supérieurs et les insectes, il n'est pas exact de dire que les trachées correspondent aux stomates ou aux pores extérieurs des végétaux; on a constaté que, dans les rameaux, elles n'arrivent pas plus loin que l'étui médullaire; dans les feuilles, elles correspondent à la face supérieure, et sont séparées des stomates par les différentes couches de cellules.

la séve dans une même plante suivant l'époque de l'année. Au premier printemps, la séve des bouleaux renferme du sucre qui dévie à gauche le plan de polarisation de la lumière, tandis que, plus tard, le sucre qu'elle renferme le dévie à droite.

C'est donc médiatement que les vaisseaux sont mis en rapport avec l'air extérieur.

La route suivie par la séve est donc le corps ligneux; d'après l'opinion de certains naturalistes, elle ne monterait pas par les vaisseaux, qui peuvent en charrier accidentellement ou même temporairement, mais dont la fonction est plutôt de donner passage à l'air; M. Bischoff croit avoir suffisamment démontré cette propriété des vaisseaux, dont elle constitue l'état le plus ordinaire. Il a été constaté que l'air contenu dans les vaisseaux est plus riche en oxygène que l'air atmosphérique, et ne renferme pas d'acide carbonique. On ne sait par quelle voie il y pénètre; tout ce qu'on puisse admettre, c'est qu'il circule dans toutes les parties du végétal où se trouve déposé le fluide nourricier, et qu'il provient de l'absorption de l'air atmosphérique, mélangé à une quantité additionnelle d'oxygène provenant de la décomposition du gaz acide carbonique.

Il ne nous paraît pas prouvé, malgré l'assertion de M. Bischoff, que les vaisseaux soient des organes destinés à donner passage exclusivement à l'air. On ne comprend pas, en effet, qu'un organe dont les parois sont aussi perméables que les parois des cellules et des fibres, puisse rester au milieu d'un tissu imprégné de liquide, sans en être lui-même bientôt gorgé. Si certains physiologistes ont toujours trouvé de l'air dans les vaisseaux, cela tient à leur mode d'expérimentation; il est certain qu'en examinant au microscope des tronçons de tiges, on doit trouver les vaisseaux remplis d'air; car le liquide a dû s'en écouler dès le moment de la séparation du tronçon, par l'effet de la pesanteur, ainsi que l'a constaté Gaudichaud au sujet des lianes. Cet habile physiologiste, pendant ses longues et périlleuses explorations botaniques, a constaté que lorsqu'on coupait une liane, en isolant, par une seule coupe transversale, la partie supérieure de la partie inférieure, il ne s'écoulait aucun liquide de la section supérieure; mais qu'aussitôt qu'on en séparait un tronçon, la séve coulait abondamment de la base du tronçon isolé. Or donc, cette séve ne pouvait être que celle contenue dans les vaisseaux, et non celle qui imprègne les autres tissus, dont les parois font obstacle à un écoulement assez rapide.

Si les vaisseaux étaient des organes exclusivement destinés à l'air, et que l'ascension des liquides n'ait lieu que par les méats et la force endosmique, il nous semble que ces liquides devraient mettre beau-

coup de temps à monter jusqu'au sommet des plantes; le mouvement ascensionnel de la séve a lieu, au contraire, très-rapidement. Il suffit, pour s'en convaincre, de laisser faner un végétal et de l'arroser ensuite; en quelques minutes, le liquide a parcouru le végétal tout entier. Le pourrait-il s'il était obligé de s'infiltrer au travers des méats et de pénétrer les parois du nombre incalculable de cellules qui le constituent? Pour nous, nous sommes tentés de croire à une complète imbibition de toutes les couches extérieures ligneuses, dont les tissus fibreux, cellulaires et vasculaires ont conservé leur vitalité, c'est-à-dire que leurs parois ne sont pas incrustées de matières solides qui empêchent leur pénétration, et les liquides montent plus particulièrement par les vaisseaux, d'où ils sont absorbés par les méats, les cellules et les fibres, et par imbibition exactement comme l'eau pénètre dans une éponge ou un morceau de sucre.

La vitesse avec laquelle la séve s'élève, dans les végétaux, a été calculée par certains physiologistes, entre autres Bonnet et Hales. Le premier de ces observateurs a constaté, au moyen de liquide coloré dans lequel plongeait la racine d'un haricot, que le liquide s'élevait de trois pouces en une heure; mais cette lenteur est due évidemment à la densité de l'encre qui était le liquide injectant. Les expériences de Hales sont plus sérieuses et méritent plus d'attention. Ayant mis à nu une racine de poirier, il introduisit l'extrémité coupée dans un tube de verre. Ce tube, fermé hermétiquement à la partie supérieure, était rempli d'eau et reposait par sa base dans une cuvette de mercure. En six minutes, le mercure soumis au poids de l'atmosphère pénétra à huit pouces dans le tube pour y remplacer l'eau absorbée.

Hales, voulant connaître, en outre, la force avec laquelle la séve monte dans les végétaux, a tronqué une tige de vigne, et a adapté, au sommet, un tube dressé, parfaitement luté pour que l'eau ne puisse pas s'écouler par la base. Dans une première expérience, l'eau qui sortait du tronc de vigne s'éleva à 21 pieds (ancienne mesure). Dans une seconde expérience, ayant mis du mercure dans la jauge supérieure, la séve sortant de la vigne s'éleva à 38 pouces, ce qui équivaut à 43 pieds 3 pouces environ d'eau. Hales en a conclu que la force qui pousse la séve est cinq fois plus grande que celle qui pousse le sang dans l'artère crurale du cheval.

Cette force et la vitesse avec laquelle la séve monte dans le végétal prouvent évidemment que la cause de l'ascension ne peut pas

être attribuée aux phénomènes si lents et si faibles de la capillarité et de l'hygroscopicité.

La cause déterminante du mouvement et de l'ascension de la séve a été, de tout temps, l'objet de bien des recherches, qui n'ont conduit jusqu'ici qu'à des hypothèses.

En 1666, Fabri établissait que la cause qui détermine le mouvement ascensionnel de la séve n'est pas une cause vitale; il la rapportait à une espèce de feu dont serait saturée la plante.

Plus tard, Grew l'attribuait au jeu des cellules, qui, par une sorte de contraction, pressaient les vaisseaux et faisaient monter ainsi leur séve.

Pour Malpighi, l'ascension est due à la raréfaction et à la condensation de la séve dans les trachées.

Digby, Perrault et Wolf la comparent à une vraie fermentation.

Lahire, dans un mémoire présenté à l'Académie des sciences en 1693, attribue aux vaisseaux des plantes une organisation analogue à celle des veines des animaux, c'est-à-dire qu'ils seraient munis intérieurement de valvules, qui retiennent et empêchent le liquide de descendre, après que l'expansion de l'air l'a forcé à monter; mais il déclare n'avoir pas vu ces valvules, et les progrès de la science ne les ont pas encore fait découvrir.

Borelli, Hales et Gouan donnent l'explication du phénomène, par l'extension de la séve sous l'influence de la chaleur.

Davy soutient que c'est par l'action capillaire des vaisseaux que la séve se répand jusqu'aux extrémités des tiges des plus grands arbres.

Enfin, M. Dutrochet attribue la cause de l'ascension du liquide séveux à ce qu'il a appelé *endosmose*, phénomène par lequel, ainsi qu'il a été déjà dit, deux liquides de densités différentes tendent à s'équilibrer.

Aujourd'hui les physiologistes ont adopté la théorie endosmique de M. Dutrochet. Mais il importe de faire remarquer que le phénomène d'endosmose a lieu également au travers de membranes inertes, comme celle d'une vessie par exemple, et qu'il cesse cependant chez les végétaux aussitôt que les tissus ont été desséchés. On ne peut donc admettre que ce phénomène purement physique soit la cause immédiate de l'ascension de la séve. On peut lui objecter, comme du reste à toutes les théories mécaniques, que le phénomène

disparait avec la vie, bien que les tissus conservent leur hygroscopicité et les vaisseaux leur capillarité.

La véritable cause de l'ascension de la séve dans les végétaux est un mélange d'actions purement physiques, et d'une action vitale sans laquelle toutes les autres ne peuvent se produire. Or, cette action d'une force inconnue, mystérieuse, étant admise, le phénomène d'ascension peut se concevoir très-facilement par un simple effet de la chaleur atmosphérique, qui dilate le liquide et l'air contenus dans les tissus végétaux, en augmente le volume, et le pousse vers les extrémités des rameaux, où les bourgeons l'absorbent en se développant.

Hales rapporte, en effet, qu'ayant coupé une tige de vigne et en ayant introduit le sommet du tronc dans un tube en verre, il remarquait, chaque fois que le soleil dardait sur le cep en expérience, qu'une grande quantité de bulles d'air s'échappaient du tronc et montaient au travers du liquide, et que la séve s'écoulait en bien plus grande quantité que pendant l'absence du soleil. Coulomb a fait la même remarque sur des peupliers qu'il perçait avec une tarière : lorsque le soleil dardait sur l'arbre, la séve s'écoulait plus abondante avec un dégagement d'air considérable; mais dès qu'un nuage interceptait les rayons brûlants du soleil, l'écoulement de la séve et le dégagement d'air diminuaient.

Les feuilles jouent aussi un grand rôle dans la vie végétale; elles servent d'organes d'aspiration et de succion, et le mouvement ascensionnel de la séve est d'autant plus actif que le nombre est plus considérable.

C'est au printemps qu'elles sont dans toute leur activité; à cette époque de l'année, la séve, dilatée par la température élevée de l'air, envahit tous les tissus et est poussée vers les bourgeons, dont elle détermine le développement, ainsi que l'évolution des feuilles, dans lesquelles elle doit subir une complète élaboration; car, avant d'arriver aux feuilles, elle a déjà subi d'assez importants changements pour qu'on ait pu les constater. Ainsi la séve ascendante des *acer saccharinum* et *tataricum* contient du sucre; celle du bouleau, moins sucrée, a un goût piquant très-agréable et semblable à celui du petit-lait; celle du chêne et du hêtre contient du tanin.

La séve, arrivée dans le tissu des feuilles, se trouve mise en contact avec l'air atmosphérique, par l'intermédiaire des stomates, et

c'est alors que commence une série de phénomènes nouveaux qui sont une véritable respiration. Les feuilles jouissent de la propriété de décomposer l'air et l'acide carbonique puisé par les racines, et de restituer l'oxygène à l'atmosphère. Cette propriété, plus développée chez elles que dans les autres parties de la plante, lui est cependant commune avec toutes les parties des végétaux. Sous l'influence de la lumière, elles décomposent l'acide carbonique, gardent le carbone et rejettent l'oxygène pur. Cette action, qui se produit pendant le jour, cesse dès que la nuit arrive; alors l'acide carbonique absorbé par les racines avec l'eau contenue dans le sol, passe dans la tige, et reste en dissolution dans la séve, dont le végétal est imbibé. Cette eau s'évapore à travers le tissu des feuilles, et avec elle l'acide carbonique qu'elle tenait en dissolution. En cette circonstance l'acide carbonique exhalé n'est pas le résultat de la combinaison de l'oxygène avec la séve; il arrive tout formé des racines, et s'il ne se fixe pas comme cela a lieu pendant le jour, c'est qu'il lui a manqué le seul agent qui soit propre à déterminer sa fixation, c'est-à-dire la lumière. Pendant la nuit, l'oxygène est absorbé et contribue, par sa présence, à modifier la composition des éléments de nutrition contenus dans les tissus. L'oxygène absorbé n'est pas remplacé par un volume égal d'acide carbonique exhalé, la quantité de ce dernier gaz est toujours moindre, ce qui indique qu'il y a réellement une portion d'oxygène absorbée. On prétend que les plantes grasses absorbent l'oxygène sans rejeter d'acide carbonique; nous croyons qu'il en est ainsi chez tous les végétaux. C'est à la présence de la lumière qu'est due la formation de la matière verte : c'est pourquoi les parties naturellement vertes des végétaux restent blanches et décolorées, quand elles sont privées de l'action de cet agent.

C'est à l'exhalation de l'acide carbonique qu'on attribue l'insalubrité des plantes pendant la nuit; et, lorsqu'il est mêlé à l'hydrogène carboné qui constitue le parfum des fleurs, il peut causer la mort.

Quoique l'acide carbonique soit l'agent indispensable de la vie végétale, il ne suit pas de là qu'une plante puisse vivre dans une atmosphère d'acide carbonique; la proportion la plus favorable paraît etre 11 parties d'air et 1 d'acide carbonique.

Les feuilles sont donc le siége d'une action première qui est la respiration, telle que nous la voyons dans tous les êtres vivants, et d'une

autre action correspondante, l'exhalation et l'évaporation, qui est en tout point semblable à la transpiration pulmonaire. L'évaporation, qui est une des causes de l'ascension de la sève, s'opère également par toutes les parties poreuses des parties vertes; mais le siége véritable de la première fonction serait la face inférieure de la feuille, tandis que la face supérieure se trouverait être le siége de l'exhalation, qui augmente ou diminue suivant que l'air est plus ou moins sec.

On peut donc regarder les feuilles comme le principal organe respiratoire ou pulmonaire des végétaux; et, comme le tissu du poumon, elles ne possèdent qu'à un faible degré la faculté d'absorber l'eau ou la vapeur dissoute dans l'air; mais elles ne sont cependant pas le siége exclusif de la respiration; le pétiole, la tige et toutes les parties vertes, celles même qui, n'étant pas vertes, sont munies de stomates, jouissent de la propriété d'absorber et d'exhaler. On trouve donc deux modes de respiration dans le végétal : la respiration pulmonaire des animaux supérieurs, dont les feuilles sont l'organe spécial, et la respiration trachéenne des insectes, qui a lieu par les autres parties.

Quant aux végétaux submergés, ils ne diffèrent pas sensiblement des végétaux aériens; leurs feuilles jouissent de la propriété de décomposer l'acide carbonique dissous dans l'eau, fixent le carbone et rejettent l'oxygène. Dans cette circonstance, elles remplissent les fonctions des branchies des poissons.

Dans les plantes grasses, dont les racines sont peu nombreuses, la masse si abondante de matière verte remplit les fonctions des feuilles, mais les tiges de ces végétaux sont elles-mêmes couvertes de stomates.

On ignore le mode de respiration des végétaux inférieurs; on est autorisé à penser qu'ils respirent par tous les points de leurs tissus, dont les mailles sont plus lâches, et l'on croit avoir remarqué dans les champignons que, seuls entre tous les végétaux, ils dégagent du gaz hydrogène.

L'exhalation ou transpiration des végétaux est plus active que celle des animaux : à masse égale, un soleil transpire dix-sept fois plus qu'un homme; mais, sous le rapport des surfaces, trois fois et demie moins. L'appréciation la plus judicieuse et la plus exacte paraît être celle de Sennebier, qui a évalué la quantité d'eau absorbée par les racines à celle exhalée par les feuilles, comme deux est à trois, ce

qui semblerait indiquer qu'il n'y a qu'un tiers du fluide absorbé par l'action radiculaire, et qui serve à la nutrition de la plante. On ne peut pas établir, pour cette fonction, un chiffre rigoureusement exact, puisque l'activité de cette fonction est proportionnelle à l'âge de la plante, à la saison et à la température ambiante.

Il est si vrai que c'est par la surface supérieure de la feuille qu'a lieu la transpiration ou l'exhalation, tandis que la respiration a lieu par la face inférieure, qu'on empêche l'une ou l'autre de ces deux fonctions, en recouvrant d'un vernis imperméable la face inférieure ou la face supérieure des feuilles.

On comprend que ces deux fonctions, qui constituent le pivot de la vie végétale, doivent être dans des rapports égaux ou s'équilibrer, pour que la plante soit dans un état satisfaisant de santé; c'est pourquoi la transplantation ne réussit pas en été, parce que les racines, dont l'action a été ralentie par la mise en contact avec une terre nouvelle, ne peuvent fournir à l'activité de la fonction respiratoire des feuilles, et la plante meurt d'épuisement. Cependant on a réussi quelquefois à transplanter de grands végétaux au milieu de l'été, en coupant toutes les feuilles au niveau du pétiole.

On a utilisé la puissance attractive des feuilles en faisant monter dans le ligneux, par une entaille pratiquée au pied de l'arbre, des liquides colorés, tenant en dissolution des substances minérales, pour colorer le bois et le rendre incombustible. Une simple touffe de feuilles, conservée au sommet de l'arbre, suffit pour déterminer l'ascension du liquide; c'est à un médecin de Bordeaux, M. Boucherie, qu'on doit cette importante découverte.

Lorsque la séve, chargée des principes qu'elle a dissous dans sa marche ascendante, a subi l'action modificatrice des agents extérieurs, et perdu la plus grande partie de son eau par l'exhalation, il se forme de la chromule, qui remplit les cellules des parties vertes de l'écorce et des feuilles; le suc propre ou latex, qui remplit les vaisseaux laticifères, se charge de granules diversement colorés; et la séve, qui a subi les premières et plus importantes transformations, qui la rendent propre à la nutrition du végétal, redescend, non plus par le corps ligneux, mais, à ce qu'on croit, à travers l'écorce, vers les parties inférieures de la plante et jusqu'aux dernières ramifications des racines : c'est ce qu'on appelle la *séve descendante* ou *élaborée*.

Ainsi, pendant son mouvement de propulsion ou mouvement as-

cessionnel, la séve, premier rudiment des matériaux organisables, appelée *séve ascendante* ou *lymphe*, et qui contient les éléments de nutrition devant subir l'élaboration, pénètre dans toutes les parties de la plante, la sature, et subit en progressant des modifications qui en augmentent la densité, jusqu'au moment où, dépouillée par l'exhalation des principes impropres à la vie, elle reprend la route des racines et fournit à tous les besoins vitaux. Le jeu complexe de la propulsion séveuse est assez clairement explicable : on y trouve, outre les premières causes de mouvement dont il a été fait mention précédemment, la force de succion des bourgeons, jeunes organes qui puisent la vie dans le tronc commun, comme ils feraient dans le sol; car il est positif que le but de la végétation n'est pas seulement l'entretien de la vie dans la plante sous une forme déterminée, mais la production de bourgeons nouveaux, qui sont les principaux organes de succion. L'absorption augmente à l'époque où le bourgeon, où la jeune plante qui multiplie la vie dans le végétal, commence à se développer. Elle diminue dès que les feuilles sont épanouies et que la respiration s'exerce dans toute sa plénitude; à l'automne les nouveaux bourgeons qui se préparent sont, à leur tour, un nouvel excitant de cette fonction. On y peut ajouter les amples surfaces exhalantes présentées par les feuilles, qui font le vide et appellent d'en bas le liquide introduit par les racines.

Quand la séve est parvenue dans les feuilles et les parties herbacées munies de stomates, elle se dépouille de ses principes surabondants, et c'est alors que commence une série de phénomènes nouveaux qui appartiennent réellement à la vie de nutrition. La *séve élaborée* ou *descendante* suit une route nouvelle; elle descend jusqu'à l'extrémité des racines par le tissu herbacé et l'écorce, et, dans sa marche, elle dépose dans les mailles des tissus, et dans les appareils de sécrétion, les matériaux d'accroissement ou d'élaboration de principes propres : le liquide épais, mucilagineux, nommé *cambium*, serait, d'après quelques auteurs, le produit de la séve descendante.

Ici commencent l'obscurité et la dissidence. Qu'est-ce que le cambium? Quel rôle lui attribue-t-on dans la vie végétale? C'est ce que nous allons étudier.

On a donné le nom de cambium à un liquide de nature mucilagineuse, qui se trouve entre l'écorce et le bois. Dans son état primitif, ce n'est qu'un mucilage amorphe, produit par le suc élaboré qui cir-

cule dans la plante. Préparé par les feuilles, il descend dans l'écorce et suit le trajet des vaisseaux laticifères; les auteurs qui partagent les opinions de l'école qui attribue au cambium un rôle essentiellement organisateur, admettent que la séve élaborée, mise en œuvre par l'appareil spécial de sécrétion du latex, y laisse les matériaux propres à la formation de ce fluide, et se répand dans les tissus à travers les parois des vaisseaux laticifères.

Duhamel, qui a adopté les opinions de Grew sur ce liquide, le regardait comme étant bien réellement organisé. M. de Mirbel, le chef de l'école du cambium, a suivi ce fluide dans ses différentes métamorphoses, et il admet que, dès le principe de sa formation, il tapisse la paroi des cellules dans lesquelles il se développe; puis, de lisse qu'il était, il devient inégal, hérissé d'éminences arrondies, qui forment le *cambium globuleux*, première ébauche de l'organisation. Plus tard, les mamelons présentés par le cambium transformé se creusent, et, dans cet état, seconde transformation de ce fluide, il devient *cambium globulo-cellulaire*. Enfin les cavités s'agrandissent, et partout il se forme des cellules. Dans ce dernier état, il ne présente plus aucune trace de son organisation mucilagineuse primitive, il est converti en tissu cellulaire, qui est réservé à des transformations nouvelles, et, suivant les conditions dans lesquelles il se trouve, il deviendra *utricules simples* ou *vaisseaux*.

Nous sommes très-portés à regarder le cambium comme un *être de raison*, et à nous ranger à l'opinion de ceux qui voient dans la transformation de la séve élaborée en gomme, ce premier élément de nutrition, comme la plus admissible : les transformations successives de cette substance gommeuse sont la preuve la plus éclatante de la réalité de ce point de vue, à moins que, pour tout concilier, on ne donne le nom de *cambium* à ce fluide mucilagineux dont le rôle, non présumé, mais bien réel, est de servir à la formation des tissus nouveaux, et de contribuer, tant au mouvement vital, qui consiste dans la simple régénération des tissus usés par l'usage de la vie, qu'à l'accroissement des végétaux en hauteur et en diamètre; en un mot, à fournir les principaux et les plus essentiels éléments de nutrition.

Ce qui distingue la séve descendante du liquide appelé *latex*, c'est que la première est constamment incolore, lors même que la plante a crû dans une terre imprégnée de substances colorantes; tandis que le latex est toujours coloré.

Pour ne pas interrompre ce qui a rapport à la circulation dans le végétal, et à l'élaboration des fluides qui y entretiennent la vie, nous étudierons le phénomène de la circulation du suc propre de certains végétaux vasculaires, qui avait bien été signalé déjà par les botanistes anciens, mais qui n'a pris d'intérêt que depuis les observations de M. Schultz. Lorsqu'on coupe une tranche mince, et dans la direction des nervures, d'une feuille, d'une stipule, d'un pétiole ou d'une écorce de plante dicotylédone, et qu'on l'examine au microscope, on voit des vaisseaux unis et ramifiés, comme le sont les vaisseaux des animaux supérieurs, qui accompagnent et entourent les trachées sans en être séparés par du tissu cellulaire. Ils sont remplis d'un liquide plus ou moins épais qui y circule, par un mouvement rapide, dans toutes les directions; c'est lui qu'on appelle le *latex;* les vaisseaux portent le nom de vaisseaux *laticifères* ou *latexifères*, et ce phénomène de circulation s'appelle *cyclose;* dans les valvules des siliques de la chélidoine on l'aperçoit à travers le tissu. Ce mouvement est d'autant plus rapide que la température est plus élevée, bien que la chaleur n'en soit pas le principe unique, et que ce soit un mouvement physiologique. Une division des vaisseaux laticifères en fait écouler le suc avec rapidité. Il paraît évident que la contraction des vaisseaux est la cause initiale de ce mouvement. On a observé la cyclose dans les genres à suc laiteux, tels que les papavéracées, les apocynées, les campanulacées, les convolvulacées, les artocarpées, les chicoracées, un grand nombre de carduacées et quelques radiées. Dans les monocotylédones, la cyclose est apparente dans les *alisma*, les *arum*, les *calla*, le *caladium*, les aloès, le maïs. Dans les aroïdées, c'est dans les pédoncules que le mouvement a été remarqué; dans l'*alisma* on l'observe dans toutes les parties de la tige. Dans ces végétaux, les vaisseaux du latex sont accompagnés de vaisseaux spiraux qui en occupent le côté interne.

Le latex est blanc dans les euphorbiacées, les pavots, les apocynées; jaune dans la chélidoine; rouge dans le *sanguinaria;* vert dans le pourpier. On retire de l'opium de celui du pavot; le caoutchouc est le latex épaissi du *siphonia elastica;* celui du *galactodendron* est un lait qui a les mêmes qualités que le lait animal.

Le *latex* ne différerait des sucs propres qu'en ce qu'il serait doué de mouvement, tandis que ces derniers sont soustraits à l'action de la vie, au moins pour un moment, et demeurent immobiles dans

les réservoirs qu'ils se sont creusés dans les tissus, et qui sont composés de cellules élémentaires.

Il reste encore à dire si la circulation du latex a bien réellement lieu par des vaisseaux formant le réseau des latexifères, d'autant plus que ce réseau paraît tout simplement être un réseau formé par les méats intercellulaires du tissu ligneux du liber. C'est une question à étudier, et qui est encore remplie d'obscurité, faute de preuves suffisantes. Il reste donc à chercher, dans les parties vertes des plantes, les vaisseaux du latex, dont la circulation a peut-être tout simplement lieu par les méats intercellulaires. Nous présentons cette assertion sous une forme dubitative, et nous sommes loin de l'affirmation; c'est pourquoi nous avons exposé la théorie de la circulation du latex avant d'exprimer un doute, par respect pour les travaux de savants d'un mérite incontesté, et qui ne peuvent s'être trompés qu'avec bonne foi.

Un phénomène d'un autre ordre et qui paraît mériter plus d'intérêt que le précédent, parce qu'il est plus directement observable, et n'est pas comme lui entouré d'obscurité, est le mode de circulation appelé *rotation* ou *giration* : c'est un véritable mouvement rotatoire qui apparait dans les liquides contenus dans les cellules. On les voit distinctement monter le long de leurs parois et redescendre du côté opposé en suivant la même direction (Pl. 50, fig. 2, 3, 5); quelquefois le courant se bifurque ou se divise et se réunit au point où il existe un *nucleus*, amas formé par l'agglutination de matières mucilagineuses flottant d'abord dans le liquide, puis devenant successivement opaques, s'arrêtant au milieu de la cellule en affectant sans cesse une figure globuleuse. On a constaté ce phénomène dans les végétaux appartenant aux trois grandes classes du règne végétal, et l'on est disposé naturellement à admettre qu'il existe dans toute cellule végétale. La théorie, soutenue sans preuves suffisantes, que dans toutes les cellules il existe une double membrane formant un sac interne rempli d'un liquide particulier et adhérant à la membrane externe dans les points où l'on n'observe aucun mouvement circulatoire, paraît purement idéale; car il faudrait alors admettre que la rotation a lieu dans l'espace demeuré libre entre les deux membranes. On ne peut pas plus adopter l'hypothèse de l'existence de vaisseaux réels à la paroi interne de la cellule. La véritable cause de ce phénomène n'est pas connue, et

toutes les explications sont de nature à ne pas amener la solution de ce problème; il paraît cependant plus rationnel d'admettre que l'intérieur de la cellule est libre, et que le liquide intra-cellulaire y tourne sans obstacles en affectant un double courant, modifié seulement par les amas nucléiformes, sans qu'il y ait, comme on l'a supposé, un réseau vasculaire rampant le long de la paroi de la cellule. Au reste, pour que ce phénomène soit apparent, il faut que la température soit assez élevée et que la végétation soit en pleine activité. On ne trouverait pas de circulation dans les plantes languissantes.

On a constaté la rotation dans des végétaux de tous les ordres, cryptogames ou phanérogames; mais c'est dans les *chara* (Pl. 50, fig. 2) qu'on a observé ce phénomène avec le plus d'attention [1] : ce sont, en effet, les végétaux qui se prêtent le mieux par leur structure à ce genre d'observation; c'est donc par eux qu'il faut commencer à vérifier la rotation, pour se familiariser avec ce mode de circulation. Les *vallisneria*, les *stratiotes*, sont dans le même cas.

1. La rotation étant un phénomène physiologique d'un intérêt bien réel, l'histoire de la découverte de ce mode particulier de circulation mérite de trouver place dans ce livre. Elle montrera le procédé des sciences, et la manière dont les découvertes se font de proche en proche en se perfectionnant à chaque investigation. Cette méthode est, au reste, celle de tout progrès dans l'humanité. En 1772, l'abbé Corti observa le premier la circulation intra-cellulaire dans le *chara flexilis;* en 1776, Fontana revit cet intéressant phénomène de circulation locale, étudiée plus sérieusement par Treviranus, trente ans après. Ce fut M. Gozzi, qui essaya, en 1818, d'interrompre le courant par une ligature qui, au lieu d'arrêter le mouvement rotatoire, établit deux courants superposés. M. Amici découvrit, en 1820, dans les cylindres du *chara*, des granules en chapelets qui paraissent régler la circulation. Parallèle comme eux dans leur jeunesse à l'axe de la plante, elle affecte le mouvement spiral quand les granules prennent cette direction.

Dutrochet remarqua que la rotation a lieu au-dessous du point de congélation, et jusqu'à 45°, et même plus; mais qu'elle a toute sa vitesse, qui est d'un millimètre par 35 secondes, entre 12° ou 15°. Ce qui prouverait que la circulation intra-cellulaire est due à la puissance vitale, et non à l'action de la lumière, c'est qu'elle a aussi bien lieu dans l'obscurité qu'au jour. La vie des *chara* au fond des eaux, ensevelis souvent dans la vase, explique comment la rotation est indépendante de l'influence du fluide lumineux.

La perforation du tube, l'étincelle électrique et l'action des acides concentrés la font cesser pour ne plus se ranimer.

Il reste à savoir, pour l'explication de ce phénomène, s'il est analogue au mouvement de giration observé dans le camphre placé sur l'eau par Dutrochet. Nous sommes très-portés à en douter; car, sans chercher à créer une entité inutile, nous croyons que la vie, ce mode particulier des phénomènes purement physiques, joue le rôle essentiel.

On a ensuite découvert que ce mouvement existe dans l'*hydrocharis morsus ranæ*, et qu'on peut l'observer dans toutes ses parties, mais surtout dans les poils transparents qui garnissent les racines ; ainsi que dans les potamots, le *zanichellia*, le *sagittaria* et les végétaux aquatiques, car tous ceux qui viennent d'être cités appartiennent à cette classe. Il a ensuite été étudié dans les végétaux terrestres : parmi les monocotylédones, dans le *tradescantia virginica*, plante dans laquelle on observe avec plus de facilité que dans les autres la circulation intra-cellulaire, surtout dans les poils du calice et dans ceux qui hérissent les filets des étamines (Pl. 50, fig. 3) ; on a également constaté ce mouvement dans les cellules des aloès. Dans les dicotylédones, c'est dans les poils des racines et dans ceux des corolles qu'il faut observer ce phénomène : on peut l'étudier sur les campanules, les *pentstemon*, les *convolvulus*, les balsamines, etc. Il est évident que des observations nouvelles multiplieront les exemples de circulation ; mais il faut se défier des illusions et des conclusions préconçues, et attendre que la lumière se fasse, dans une question dont la solution réelle avancerait beaucoup la connaissance de la vie du végétal.

CHAPITRE III

RESPIRATION.

Les végétaux ne vivent, comme les animaux, qu'en faisant pénétrer dans leurs organes les éléments qu'ils trouvent dans le milieu où ils sont placés, et, sans avoir une puissance élective qui ne leur fasse prendre que ceux qui sont réellement propres à l'entretien de la vie, ils sont obligés d'accepter tous ceux qui se trouvent dans le sol, pourvu qu'ils soient dans un état de division qui leur permette d'être absorbés. Une fois ces éléments de nutrition introduits dans les différents appareils d'élaboration, il se fait un nouveau travail, qui est le choix entre les principes assimilables et ceux qui sont impropres à la nutrition, éliminés ensuite par l'exhalation.

La respiration est l'acte par lequel le végétal, mis en rapport avec l'atmosphère, par les stomates des feuilles et des parties vertes de la plante, puise dans le réservoir commun. Son but fonctionnel est de fixer le carbone fourni par la décomposition de l'acide carbonique, dont la source est dans l'atmosphère, aussi bien que dans les éléments contenus dans le sol; de réduire l'oxyde d'ammonium et l'acide azotique; d'en séparer l'azote, qui sert à la composition de certains produits sécrétés; de décomposer la vapeur d'eau, fournie par le même foyer, en ses éléments constituants, l'oxygène et l'hydrogène, qui entrent tous deux dans certains produits sécrétés, et enfin d'éliminer l'oxygène, inutile à ces sécrétions.

La respiration des plantes est donc l'inverse de celle des animaux : ces derniers s'emparent de l'oxygène, tandis que les végétaux le rejettent; et les animaux rejettent l'acide carbonique dont s'emparent les plantes.

Cette double fonction sera peut-être exposée d'une manière plus sensible, en résumant cette opération, qui semble complexe au premier abord.

1° Les parties vertes exhalent de l'acide carbonique pendant la nuit, et absorbent de l'oxygène; pendant le jour, elles exhalent

l'oxygène produit par la décomposition de l'acide carbonique, et gardent le carbone.

2° Les parties colorées absorbent l'oxygène jour et nuit, et exhalent l'acide carbonique.

L'absorption de l'oxygène n'est pas propre exclusivement aux tissus organiques vivants : après la mort de la plante, si elle est mise en contact avec de l'oxygène et de l'eau, ce gaz se combine avec le carbone du végétal, forme de l'acide carbonique en convertissant les parties mortes en humus, combinaison qui n'appartient plus à la vie.

Nous avons vu, en parlant des fonctions des feuilles, qu'elles sont les organes principaux de la respiration ; leur premier travail est la formation de l'acide carbonique. Il a lieu dans les couches situées au-dessous de l'épiderme, au moyen d'une action vitale qui ressemble à la respiration pulmonaire, par laquelle les animaux séparent cet acide et le restituent à l'atmosphère, qui a fourni, soit en pénétrant par les stomates, soit à travers les tissus lâches, l'air nécessaire à cette formation, et dont le réservoir paraît être les méats intercellulaires. Il s'en faut que ces cavités, propres à recevoir de l'air, soient les seuls réservoirs; on trouve dans un grand nombre de végétaux, surtout ceux qui croissent dans l'eau, des *lacunes* (nom réservé pour les cavités les plus larges), et elles sont regardées comme étant destinées à faciliter la flottaison des feuilles submergées; dans cette hypothèse, qui paraît fondée, elles représenteraient la vessie natatoire des poissons. C'est dans les utriculaires, très-communes dans nos eaux, qu'on trouve l'exemple le plus frappant de l'existence de ces organes natatoires; ils munissent les racines en grand nombre, et les font flotter à la surface de l'eau. Comme dans les poissons, l'air contenu dans les lacunes est de composition différente de l'air atmosphérique, et contient une plus grande portion d'oxygène.

La lumière est le stimulant de cette fonction, et c'est sous son influence que s'effectue la respiration véritable, qui est un acte essentiellement vital; car l'exhalation du gaz acide carbonique pendant la nuit ne paraît être qu'un acte physique : il faut l'intervention de la lumière pour que les matériaux absorbés se convertissent en substance alibile. Les parties souterraines, comme celles qui ne sont pas colorées en vert, fonctionnent autrement : elles dégagent de

l'acide carbonique, et fixent de l'oxygène. La fixation du carbone est le résultat direct de l'action de la lumière sur l'appareil foliaire ou de respiration : c'est donc à l'action de l'agent lumineux que les végétaux doivent leur vigueur. On sait que les arbres qui croissent seuls dans les lieux élevés, où ils sont soumis partout à l'influence de la lumière, sont plus vigoureux que ceux qui vivent à l'ombre d'autres végétaux ; c'est pourquoi les arbres de la lisière des bois sont toujours plus beaux que ceux de l'intérieur. Dans les champs où la culture des céréales alterne avec les cultures sarclées, la végétation est plus vigoureuse. L'influence de la lumière est telle, que, dans les serres, on attendrit les végétaux et les prédispose à la pourriture ou à la gelée, en diminuant l'intensité de l'action lumineuse, ce qui ralentit l'activité de l'exhalation. Il en est de même des animaux, plus robustes dans l'état sauvage qu'en domesticité. Cette vérité est frappante pour l'homme, qui s'étiole et s'amaigrit dans les villes, quand on l'enlève à la vie des champs, où il est de toutes parts environné du fluide lumineux, respire à pleins poumons, et fonctionne normalement. On guérit les végétaux chlorotiques ou étiolés, faute d'une quantité suffisante de lumière, cet agent considéré toujours comme stimulant essentiel de la vie, en les exposant graduellement à son action ; peu à peu les fluides aqueux qui gorgeaient ses tissus sont éliminés par l'exhalation, ou rentrent dans le torrent de la circulation, et la vie reprend son cours. Dans le règne animal, les chlorotiques, les êtres chez lesquels il y a absence de tonicité des tissus, ceux qui sont infiltrés, bouffis, pâles, reprennent la vie et la couleur sous l'influence de la lumière. C'est donc l'agent le plus universel de la vie, et celui qui, dans l'acte physiologique, mérite le plus d'être étudié.

Si les végétaux qui ont subi les effets de l'étiolement sont susceptibles de reprendre leur vigueur naturelle sous l'influence de la lumière, ce qui a lieu le plus souvent au bout de quarante-huit heures, d'un autre côté, les végétaux qui ont acquis tout leur développement en restant soumis à son action vivifiante, peuvent difficilement s'étioler. Le mouvement vital produit par la lumière modifie puissamment la nature des fluides contenus dans les végétaux : l'étiolement diminue l'activité des sécrétions ; les sucs âcres ou même quelquefois délétères perdent leur puissance, et les végétaux nuisibles soumis à l'étiolement deviennent alimentaires. Dans l'état sauvage, le céleri

n'est pas comestible, et quand il a blanchi, il est converti en un aliment agréable. La chicorée sauvage perd par l'étiolement une partie de son amertume, ce qui explique la modification des propriétés des végétaux, par suite du changement d'exposition et de climat, et pourquoi les plantes qui croissent dans une atmosphère lumineuse sont douées de vertus plus actives que celles qui habitent des régions froides et brumeuses.

CHAPITRE IV

DE LA CHALEUR DANS LES VÉGÉTAUX.

La température des végétaux est en général assez basse : cependant, parfois, elle est de quelque peu plus élevée que celle de l'atmosphère, et assez rarement on trouve un équilibre exact entre l'air et la plante : cette différence tient, peut-être, à ce que la température des tissus est soumise à celle de la séve que lui envoient les racines, et à ce que le milieu souterrain, dans lequel ces dernières sont plongées, est plus froid quand l'air est chaud, et plus chaud quand la temperature extérieure est plus froide. D'un autre côté, le tissu végétal, étant mauvais conducteur du calorique, fait difficilement un échange avec le milieu ambiant. La température est encore soumise à l'influence de l'exhalation : chaque fois que cette fonction est active, la température est plus basse, tandis qu'elle est plus élevée quand son activité diminue. La différence n'a pas toujours été appréciee avec une rigueur suffisante, à cause de la difficulté d'apprécier des fractions de degré, qui s'élèvent le plus souvent à peine au-dessus de quelques centièmes.

On a constaté dans les *arum*, lors de la floraison, une élévation bien sensible de température. On en a conclu que le phénomène est général, et l'on en a cherché la cause. Au lieu d'attribuer la température plus élevée des fleurs à une sorte d'orgasme qui se produit à l'époque de la fécondation, on l'a attribuée à une cause essentiellement physique, et Murray, prenant pour base de ses observations les expériences d'Herschell, sur les propriétés calorifiques des différents rayons du spectre solaire, s'est assuré que la température de la plante est en rapport exact avec celle que présentent les couleurs du prisme. Ainsi un *calla æthiopica* donnait une température de 13° centigrades, tandis que la température ambiante était de 12°, et l'hépatique marquait 14°. Les conclusions de cet observateur sont : que les fleurs blanches ont en général une température moins élevée d'un demi à un quart de degré que l'atmosphère, que les fleurs bleues présentent cette même différence en plus; les fleurs jaunes, de 1° à 2° en plus,

et les fleurs rouges de 2° à 3°. Ces observations sont en contradiction avec celles faites sur certaines aroïdées, et que nous pouvons, chaque année, répéter sur notre *arum maculatum*, qui donne une élévation de température de 8° à 10° au-dessus de celle de l'atmosphère : sous les tropiques, le phénomène est plus sensible encore. On attribue cette élévation de température à la préparation de l'acte reproducteur, et à la quantité d'oxygène absorbée par les anthères fertiles; les anthères stériles donnent une chaleur moins forte, les pistils et les spathes moins encore. Dans cette circonstance, la production de la chaleur serait la même que dans les animaux. Il reste à savoir si ce phénomène est général ou s'il n'est que partiel : cette question restera longtemps sans doute non résolue, car les expériences sont difficiles, et il faut à l'observateur autant de sagacité que d'habileté expérimentale, ce qui ne se trouve pas toujours réuni.

CHAPITRE V

DE LA PHOSPHORESCENCE.

La phosphorescence est un phénomène qui n'a pas encore été observé avec assez d'attention pour que les faits sur lesquels on s'appuie soient bien authentiques. On sait que le bois pourri répand une faible lueur, quand il est arrivé à un certain degré de décomposition. Les *rhizomorpha subterranea* et *acidula*, espèces de champignons qui croissent dans les lieux humides et obscurs, et ont la figure de longs filaments noirs et sinueux, semblables à des racines, sont dans le même cas, d'après M. Nees d'Esenbeck ; l'éclat en serait assez vif pour qu'on puisse lire à leur clarté ; leur lumière s'éteint quand on les plonge dans l'acide carbonique ou dans l'azote, et se ranime dans l'oxygène. L'*agaricus olearius*, en entrant en décomposition, devient également lumineux. La fille de Linné a observé qu'à la fin des journées chaudes, les fleurs de la capucine, de l'œillet d'Inde, du souci, du lis bulbifère, laissent voir des petits jets phosphorescents qui apparaissent comme des éclairs. Un autre observateur, M. Haggren, assure que deux personnes ont en même temps observé la phosphorescence du souci. Lorsqu'on extrait le suc de l'*euphorbia phosphorea*, et qu'il est soumis à une température élevée, il répand une lumière phosphorescente.

CHAPITRE VI

EXHALATION.

La plus grande partie de l'eau qui est arrivée à travers les tissus jusqu'aux feuilles en est rejetée au dehors. Cette fonction représente la transpiration insensible des animaux; elle est attribuée à deux causes distinctes : une petite partie du liquide exhalé est éliminée par évaporation, et la plus grande partie par l'exhalation ; c'est-à-dire par le mouvement intérieur qui se passe dans les tissus vivants. On a établi une distinction entre ces deux fonctions, parce que l'évaporation est propre aux tissus qui ont cessé de vivre, tandis que l'exhalation ne se trouve que dans les végétaux vivants. On admet cependant, plus généralement, que cette fonction se confond avec l'évaporation, car c'est l'évaporation même. Sans tomber dans les hypothèses de l'école vitaliste, nous sommes obligés de reconnaître que le phénomène appelé la *vie* a un mode d'activité particulier, qui distingue ses propriétés de celles des corps inertes, chez lesquels on ne trouve que des propriétés purement physiques. S'il en était autrement, il y aurait unité de fonctions dans toute la nature organique et inorganique : le mode d'accroissement par juxtaposition, de la pierre ou du métal, serait semblable à la nutrition du végétal par intussusception, et il n'y aurait plus que des faits physiques et pas de physiologie; tandis qu'il y a bien réellement une appropriation des matériaux de nutrition, et leur conversion a lieu par le fait de l'assimilation, ou le changement, de proche en proche, en éléments organiques, semblables à ceux du végétal se développant sous l'influence de la vie. C'est ici le lieu de dire que les discussions des écoles ontologique et organique ou organicienne, ou, pour parler plus nettement, spiritualiste et matérialiste, sont oiseuses. Il faut toujours, quelle que soit l'hypothèse adoptée, en revenir à l'observation des faits, et, en bonne et saine philosophie naturelle, reconnaître que les éléments répandus dans l'inépuisable creuset de la nature sont différemment mis en œuvre, suivant qu'ils entrent dans une combinaison inorganique, ou qu'ils contribuent à la formation des tissus

animaux ou végétaux; que, même dans les corps organisés, leur appropriation varie autant de fois qu'il y a de variétés d'êtres.

La transpiration, fonction si importante chez l'homme, ne l'est pas moins dans le végétal, qui perd souvent, par l'exhalation, un poids égal au sien et quelquefois double; elle est plus active dans les plantes herbacées et à feuilles minces, que dans les végétaux ligneux à feuilles épaisses, et dans les arbres à feuillage caduc, que dans ceux toujours verts.

Les organes qui sont le siége de l'exhalation sont les stomates; tandis que l'évaporation, ou la fonction purement hygroscopique, paraît avoir lieu par tous les points des tissus qui en sont privés. On est donc d'accord sur ce fait, que les stomates sont les organes de l'exhalation, comme les extrémités radiculaires sont les appareils d'absorption.

Comment agissent les stomates? Quel est le mode d'activité qui leur est propre? C'est ce qu'on ne sait pas; mais il est hors de doute qu'ils sont les véritables organes de l'exhalation, et que le principal agent excitateur de l'exhalation est la lumière. Active pendant le jour, cette fonction est nulle pendant la nuit; mais, dans ces conditions nouvelles, elle est proportionnelle à la quantité de vapeur aqueuse répandue dans l'atmosphère, et elle varie suivant la nature de la plante, son âge et la saison. Très-active au printemps, elle diminue en été, et se ralentit jusqu'à ce que le cycle de la végétation ait été parcouru par le végétal. On remarque, comme résultat direct de cette fonction, la vapeur réduite en gouttelettes qui revêt les feuilles des végétaux, quand la lumière du soleil levant ranime l'exhalation ralentie par une basse température. C'est pour maintenir l'équilibre le plus parfait possible entre l'absorption et l'évaporation, qu'il faut faire les transplantations des végétaux, aux époques où l'exhalation n'est pas sollicitée par un abondant feuillage ou une saison trop hâtive : aussi a-t-on spécialement consacré, aux transplantations, le printemps et l'automne; quand on plante pendant la durée de la végétation, on ôte les feuilles aux branches les plus vigoureuses, pour donner plus d'activité aux jeunes pousses, qui en ont moins, et faciliter leur développement; car elles seraient privées de nourriture si on ne favorisait pas cette fonction.

Les bassinages des serres, et le lavage minutieux des feuilles des végétaux qu'elles renferment, ont pour but de délivrer ces organes

de la poussière et des corps étrangers qui s'opposent à la fonction transpiratoire.

L'eau résultant de l'évaporation et de l'exhalation est semblable à de l'eau distillée : on y trouve quelques traces, seulement, des matériaux qu'elle contenait à l'époque où elle est entrée dans la plante par suite de l'absorption radiculaire. On a constaté que les deux tiers du fluide absorbé sont rendus à l'atmosphère par l'exhalation et l'évaporation; que la dernière partie qui reste est chargée des principes de toute nature, qui le saturaient lors de son entrée dans le tissu des spongioles, et enfin que la séve est plus dense qu'auparavant. L'exhalation est donc une des forces vitales qui contribuent le plus directement à l'élaboration des matériaux de nutrition.

CHAPITRE VII

SÉCRÉTION.

Le liquide que nous avons vu s'élever des racines aux feuilles, pour y subir l'action de la lumière, a été converti, par l'acte respiratoire, en élément d'élaboration. On a donné le nom spécial de *sécrétion* à une fonction différente de la nutrition, ayant pour but de choisir, parmi les liquides élaborés, les matériaux destinés à être convertis en sucs propres, qui ne circulent pas comme les autres fluides, mais qui restent déposés dans les cellules et s'y concrètent ; cependant, la force vitale les reprend suivant les besoins de la plante, et les livre à la fonction de la nutrition, pour être convertis, par assimilation, en éléments semblables à ceux du végétal. Les glandes, dont la nature, le nombre, la structure et les fonctions sont si mal connus, devraient être, comme dans les animaux, le siége particulier des sécrétions ; mais nous trouvons des produits sécrétés dans des végétaux privés de glandes, et nous ne faisons que constater que ces dépôts ont lieu dans des cellules corticales. Le liquide appelé *latex*, charrié par les vaisseaux dits laticifères, est un véritable produit de la sécrétion, et ces mêmes vaisseaux en seraient les appareils spéciaux.

Les matériaux de la nutrition sont déjà connus : il reste à expliquer comment l'appareil d'élaboration chimique, appelé *végétal*, convertit en tissus et en produits de différents ordres, ces principes élémentaires. Les végétaux sont, dans leur plus grande généralité, composés de carbone, d'hydrogène et d'oxygène : ces deux derniers gaz dans les proportions de l'eau.

La première élaboration de la séve, dans les appareils de nutrition, doit donc être la combinaison la plus simple de ces trois éléments. C'est par leur mise en œuvre, dans la proportion de 72 carbone et 90 eau (10 hydrogène, 80 oxygène), que nous voyons se former la *gomme* qui se trouve dans tous les végétaux. Cette substance, la plus universellement répandue, paraît être le premier fluide organisable

formé sous l'influence de la lumière; c'est elle qui semble destinée à fournir, à la plante, tous les matériaux de nutrition.

Après la gomme apparaissent trois substances isomères avec elle, qui jouent le rôle principal dans la vie de la plante; ce sont la *fécule*, la *dextrine* et la *cellulose*, dont il a été question dans le chapitre relatif à la chimie organique, et qui, avec une composition chimique semblable, jouissent de propriétés différentes.

La fécule est, après la gomme, la première métamorphose que subissent les principes élaborés : elle est insoluble dans l'eau froide, se dépose dans les cellules, et y devient un des éléments essentiels de la nutrition. Lorsqu'elle doit servir aux divers besoins de la vie végétale, elle est convertie en dextrine, soluble dans l'eau, tant à froid qu'à chaud, et se formant sous l'influence de l'agent appelé *diastase*, dont la puissance est telle, qu'elle peut dissoudre cinq mille fois son poids de fécule, et qui existe dans les graines, les racines et les bourgeons, lorsqu'ils commencent à se développer. On regarde la fécule comme analogue à la graisse des animaux, et comme jouant le même rôle qu'elle dans l'économie vivante. Elle paraît destinée à servir au développement des bourgeons et à la maturation des semences. Le mouvement de formation et d'absorption de cette substance peut être apprécié, en comparant les différentes quantités qui se trouvent, dans une même plante, aux diverses époques de l'année.

50 kilogrammes de pommes de terre, par exemple, ont donné les résultats suivants :

Augmentation graduelle de la fécule.

Août............................	10 pour 100.
Septembre........................	14 1/2 —
Octobre..........................	14 3/4 —
Novembre.........................	17 —

Diminution successive.

Mars.............................	17 pour 100.
Avril............................	13 3/4 —
Mai..............................	10 —

En suivant le développement de la fécule, dans les tubercules des orchis, on remarque la même oscillation : à mesure que la plante approche de la floraison, le tubercule de l'année précédente perd sa fécule, dont les grains diminuent de quantité et de volume; il finit par n'en plus contenir que des traces insensibles même à l'action de

l'iode, et il se convertit presque entièrement en gomme, tandis que le tubercule, même à l'état naissant, est assez gorgé de fécule pour que la coloration en violet de tout le parenchyme ait lieu instantanément. La séve élaborée, devenue gomme, puis fécule, se transforme en *cellulose*, autre substance isomère, mais qui jouit de la propriété d'être insoluble dans l'eau, tant à froid qu'à chaud, et qui constitue la trame du tissu végétal. C'est cette même cellulose, additionnée des matières incrustantes, qui produit le *ligneux* ou la *lignine*[1]. Ce dernier est contenu dans les clostres qui constituent la fibre ligneuse. En éliminant de la fibre ligneuse les substances étrangères qui y sont mêlées, il reste 96 p. 100 d'une substance insoluble, composée d'équivalents égaux d'eau et de carbone. Le ligneux paraît également être une transformation de la gomme.

1. Les proportions de carbone, qui viennent modifier la composition de la cellulose, varient au point de présenter, dans le poids spécifique du ligneux, des différences considérables. Il faut donc regarder la formation du bois, dans les arbres, comme le résultat d'une incrustation des cellules, par des composés riches en carbone, mais en proportions diverses suivant les genres et même les espèces.

Il n'est donc pas sans intérêt de connaître le poids spécifique des principaux bois qui peuvent être employés dans l'industrie. Le tableau suivant en offre une liste assez complète. Tous les nombres sont sans fraction, parce que les poids spécifiques ne sont pas absolus, et l'on ne doit avoir égard qu'à l'échelle décroissante des densités.

Poids spécifique d'un pied cube :

	kilog.		kilog.
Sorbier cultivé	36	Tilleul	24
Cornouiller	35	Cerisier	24
Chêne vert	35	Houx	24
Olivier	35	Noyer	22
Buis	34	Mûrier blanc	22
If	31	Érable plane	22
Oranger	29	Sureau	21
Robinier	28	Mûrier noir	21
Merisier	27	Saule marceau	21
Hêtre	27	Châtaignier	21
Poirier sauvage	27	Genévrier	21
Érable champêtre	26	Pin sylvestre	20
Mélèze	26	Peuplier blanc	19
Alizier	26	Tremble	19
Charme	26	Aune	18
Pommier cultivé	26	Marronnier d'Inde	18
Platane	26	Tulipier	17
Sycomore	26	Catalpa	17
Frêne	26	Sapin	16
Orme	26	Peuplier noir	15
Pommier sauvage	24	Saule	14
Bouleau	24	Peuplier d'Italie	13

Ce ligneux, qui présente déjà une composition chimique différente, est le second degré d'élaboration; le sucre appartient encore à cette seconde série de transformations; 12 molécules de carbone et 12 d'eau fournissent du *sucre de fécule* ou *glycose*, tandis que 12 molécules de carbone et 11 d'eau (42 p. 100 de carbone et 58 d'eau) produisent le *sucre de canne*. Cette nouvelle transformation de la séve élaborée se remarque surtout dans les fruits, où il est facile de suivre le phénomène. On a observé que, dans une même plante, la glycose se trouve plus bas et le sucre de canne plus haut; c'est-à-dire qu'il correspond à la densité de la séve et à la plus ou moins grande quantité d'eau à laquelle elle est mêlée. Le rôle du sucre paraît être identique à celui de la fécule : comme cette dernière, il sert à la nutrition de la plante. Ainsi quand la canne à sucre fleurit, le sucre qu'elle contenait disparaît graduellement; il en est de même de la betterave, dont la racine, pourtant si sucrée, devient fade pendant la floraison.

La gomme, la fécule, la cellulose, le ligneux, le sucre sont donc les modifications les plus simples que subissent, sous l'action de la vie, les matériaux de nutrition.

Si aux combinaisons élémentaires, qui viennent d'être énumérées, se joint un excédant d'hydrogène, il se dépose, dans les cellules de l'écorce, ou dans d'autres parties de la plante, les substances suivantes :

Le *latex*, ou suc propre, qui se partage comme le sang en deux parties : une liquide comme le sérum, et l'autre solide comme le *cruor*;

La *chlorophylle* ou *chromule*, à laquelle les parties vertes des végétaux doivent leur couleur;

Les huiles *fixes*, qui existent le plus souvent dans les graines de lin, noix, aveline, pavot, moutarde, etc., quelquefois dans le péricarpe (olive) et même dans les rhizomes (souchet comestible). Ces huiles sont ainsi nommées, parce qu'elles ne se volatilisent pas, lorsqu'on les chauffe et qu'elles se décomposent par la chaleur; elles sont insolubles dans l'eau, mais sous l'action de la végétation elles se transforment en une émulsion nutritive. Cette matière huileuse paraît avoir pour but de nourrir la jeune plante, ou peut-être d'élever, par leur combustion, la température pendant la période de germination [1];

1. Les huiles fixes sont si abondantes dans certaines espèces, qu'elles fournissent plus de la moitié du poids de la graine. Un tableau de la production des différentes

Les cires végétales, plus riches en carbone et en hydrogène que les huiles fixes, existent dans les plantes à l'état d'émulsion, ou bien elles transsudent à la surface des feuilles sous la forme de poussière, comme dans le *ceroxylon andicola*, ou de larmes comme dans le *myrica cerifera;*

Les *huiles essentielles*, contenues dans les cellules sphériques ou oblongues des feuilles ou des parties corticales, et dans les fruits des ombellifères, où elles sont renfermées dans les réceptacles oblongs et en forme de massue appelés *vittæ*, qui se trouvent dans le péricarpe. La forme et le nombre de *vittæ* varient de genre à genre, et servent à la diagnose de cette famille. Très-légèrement solubles dans l'eau, et douées d'une odeur plus ou moins pénétrante, les huiles essentielles jouissent de la propriété de se volatiliser sans subir de décomposition;

Les résines paraissent être des produits d'oxydation des huiles essentielles; elles existent le plus souvent dans les végétaux, dissoutes dans une ou plusieurs essences, et constituent alors les térébenthines qui s'accumulent dans des cavités creusées au milieu des tissus, mais le plus souvent dans l'écorce. Quelquefois elles transsudent, à la surface, spontanément ou par suite d'incisions, et s'y solidifient en rendant l'essence. Les résines sont inflammables, fusibles, insaponifiables, rudes au toucher, insolubles dans l'eau, et solubles dans l'alcool, l'éther et les huiles fixes; on nomme *baumes* celles qui renferment de l'*acide benzoïque* ou de l'*acide cinnamique*, et quelquefois les deux à la fois.

Si l'oxygène prend la place de l'hydrogène et se trouve combiné, en excès, avec le carbone et l'eau, il se forme des acides végétaux,

plantes oléifères ne peut manquer d'intéresser ceux qui s'occupent de botanique appliquée.

Huile fournie par différentes graines, pour 100 parties.

Avelines	60	Navette d'hiver	33
Olive	56 à 58	— d'été	30
Noix	50	Cameline	28
Pavot	47 à 50	Chènevis	25
Amandes	46	Lin	22
Epurge	41	Moutarde noire	18
Colza	39	Soleil	15
Moutarde blanche	36	Faîne	12 à 16
Tabac	32 à 36	Pepins de raisin	10 à 13
Madia sativa	33		

tels que les *acides acétique, citrique, malique, oxalique, tartrique, pectique, gallique* (voir la Chimie organique), et certains autres acides, dans lesquels l'oxygène est uni à l'azote ; dans d'autres, l'azote remplace l'oxygène, comme dans l'acide *prussique* ou *cyanhydrique*. Nous avons vu, en parlant des *raphides* et des cristaux d'autres matières contenues dans les cellules, que ce sont des combinaisons d'acides avec des bases, et c'est même l'état dans lequel ils se rencontrent le plus souvent.

On explique la formation des substances suroxygénées, par la suspension de l'action vitale pendant la nuit, qui laisse la plante soumise à toutes les influences de l'air ambiant : l'oxygène absorbé forme alors des combinaisons nouvelles, et c'est avec son intervention que paraissent se former les acides. On a été porté à expliquer ainsi la génération des acides, en observant l'action de l'oxygène sur les substances organiques végétales soustraites à l'action de la vie : telle est, entre autres, l'*ulmine*, qui ne diffère de l'amidon que par les éléments de l'eau. C'est le matin, surtout, qu'un grand nombre de plantes sécrètent des liquides acidules. On a remarqué, comme raison confirmative de cette hypothèse, que les acides existent dans les parties qui ne sont pas soumises à l'action de la lumière ou qui sont privées de chromule. La formation des produits hydrogénés serait due à l'influence de la lumière, tandis que celle des produits oxygénés aurait pour cause l'absence de lumière. Ce ne sont, au reste, que des hypothèses plausibles, mais qui manquent encore de confirmation expérimentale.

Après les substances de formation *ternaire* ou de trois éléments, viennent celles dites *quaternaires* ou de quatre éléments, dont l'azote ou nitrogène vient modifier la nature ; elles sont de deux sortes, les unes sont *alcaloïdes* et les autres *neutres*.

Les premières ont reçu le nom d'*alcaloïdes* ou *alcalis végétaux*, parce que, à l'exemple des alcalis minéraux, elles jouissent de la propriété de se combiner avec les acides et de former des sels. La plupart des alcaloïdes sont des poisons doués d'une activité redoutable, et ils jouent un grand rôle dans notre matière médicale. Le plus souvent, les alcalis organiques se trouvent dans les fruits et les graines (*strychnine, cicutine, colchicine, vératrine*) ; d'autres fois dans l'écorce (*quinine, cinchonine*), et le plus souvent dans toute la plante (*morphine, narcotine, atropine, daturine, hyoscyamine*, etc.) ; ils y sont

combinés avec les acides organiques qui forment avec eux des sels très-solubles. Il en a été question dans la chimie végétale : nous nous bornerons à rappeler que rarement les produits alcaloïdes sont isolés dans un même végétal ; c'est ainsi que le pavot, qui fournit l'opium, donne la morphine, la codéine, la narcotine, la narcéine et la méconine. On se rend compte, d'une manière assez obscure cependant, du mode de formation de ces corps composés, et l'on constate en général, que, quelle que soit la variété des substances qui se trouvent dans un végétal, leur composition atomistique est peu dissemblable, sauf quelques variations dans un des principes constituants ; elles sont sans analogues dans l'organisme végétal, et s'y trouvent sous les formes les plus variées.

Les travaux des chimistes modernes ont multiplié les alcaloïdes, qui ont tous été essayés dans la médecine, et dont quelques-uns seulement sont restés dans la matière médicale. Des analyses ultérieures en diminueront sans doute le nombre, et déjà quelques principes neutres ont disparu de la chimie organique ; c'est ainsi que l'*asparagine* et l'*althéine*, l'un extrait de l'asperge, l'autre de la guimauve, ont été reconnus identiques.

Quant aux substances neutres, dans la composition desquelles on trouve de l'azote, elles sont, sous le rapport de la combinaison et des propriétés, analogues aux substances neutres dépourvues d'azote ; comme ces dernières, elles sont isomères.

Tels sont les produits fournis par la séve élaborée et mis en œuvre par la puissance occulte qu'on appelle la vie : ils ne sont cependant pas les seuls que l'analyse fasse découvrir dans le végétal. On trouvera énumérées, à la fin de la chimie organique, les substances fixes qui s'y trouvent, que l'incinération y laisse à nu, et qui paraissent également indispensables à la vie de la plante.

M. Magnus (*Compte rendu mensuel à l'Académie des sciences de Berlin*, 1850, p. 60) a traité tout au long cette importante question, et en a tiré des conclusions intéressantes, non-seulement pour la physiologie, mais encore pour l'agriculture. Il part du même point que de Saussure, qui établissait, d'une manière irréfutable, que les alcalis, les sels et les oxydes laissés par les plantes après leur incinération, leur ont été fournis par le sol, et qu'ils ont pénétré dans l'organisme végétal, dans un état de division qui leur permettait de s'introduire dans les tissus végétaux par les voies de l'absorption. Il s'agissait de

savoir si ces matières inorganiques étaient utiles à la vie végétale. L'observateur s'est servi de la méthode employée par le prince Salm-Horstmar; il a fait huit essais comparatifs dans des terres composées artificiellement avec du carbone préparé par la carbonisation en vase clos du sucre candi. On mêla à l'une de ces terres toutes les substances qui se trouvent dans les végétaux et dans des proportions calculées. Telles sont :

Carbonate de chaux	4,0	pour 100 du poids du charbon.	
— de protoxyde de manganèse	0,5	—	—
— de magnésie	2,0	—	—
Protoxyde de fer	1,0	—	—
Sulfate de chaux	1,0	—	—
Phosphate de chaux	1,0	—	—
Chlorure de soude	0,5	—	—
— de potasse	0,5	—	—
Silicate de potasse	4,0	—	—
	15,5		

Dans les essais suivants, on fit successivement disparaître quelques-uns des éléments énoncés dans la liste ci-dessus, tels que l'acide carbonique, la soude, le phosphore, la potasse, l'acide sulfurique, le manganèse, le fer.

Chacune de ces expériences fut, pour plus de sécurité, faite dans trois vases différents, dans chacun desquels il fut mis un grain d'orge. On arrosait avec de l'eau distillée, à laquelle on ajoutait, de temps à autre, $\frac{1}{1000}$ de son poids de carbonate d'ammoniaque, pour remplacer l'azote qui manquait.

Dans les vases qui ne contenaient que du carbone sans mélange, l'orge ne s'éleva qu'à quinze centimètres. Dans tous les autres, les plantes poussèrent à peine : on en conclut que la proportion des sels était trop forte. On lava le charbon, on le remit dans vingt-quatre petits pots, trois pour chaque essai, et, dans chaque pot, deux grains d'orge. L'orge végéta inégalement : dans le carbone pur, elle ne s'éleva pas à plus de 15 centimètres, tandis que, dans quelques-uns des mélanges, elle atteignit la taille de 45 à 50 centimètres. Ces mêmes essais furent répétés avec des mélanges semblables, dans du feldspath grossièrement pulvérisé; ce fut dans le feldspath pur que l'expérience réussit le mieux : l'orge atteignit 45 centimètres et développa sept feuilles; toutes ces plantes donnèrent des épis, et un pied produisit deux grains qui mûrirent. Les plantes qui avaient crû

dans les divers mélanges ne donnèrent pas d'épis. De nouvelles expériences avec du feldspath plus finement pulvérisé, donnèrent de meilleurs résultats ; les végétaux y acquirent plus de force, mais furent plus longtemps à lever. Ces expériences démontrent l'influence de la nature du sol, et la nécessité de la présence d'une toute petite quantité de sels.

Des essais faits dans de la terre végétale pure, comparativement avec de la terre végétale calcinée, sans être lavée ni dépouillée de tous débris organiques, produisirent des résultats identiques.

Dans de la terre de jardin comparée à de la terre arable, les plantes végétèrent avec plus de vigueur.

L'emploi du fumier à distance produisit de bons effets.

Le résultat de ces expériences est que :

1° Sans la présence, dans le sol, de substances minérales, l'orge n'atteint qu'une hauteur de 15 centimètres et périt ;

2° Elle arrive à son parfait développement, quand il y a dans le sol une petite quantité de substances minérales ;

3° Avec une plus grande quantité, les végétaux ne se développent qu'à peine, ou même pas du tout ;

4° Dans le feldspath pur, l'orge arrive à son développement complet et donne des graines ;

5° Le cours de la végétation change, suivant que le feldspath est réduit en poudre plus ou moins fine ;

6° Les engrais, même à distance, exercent sur la végétation une influence favorable, en lui fournissant des éléments organiques.

En résumant les faits qui viennent d'être cités, nous voyons dans la plante un appareil vital, qui puise dans le sol et dans l'atmosphère de l'acide carbonique, de l'eau et des matières renfermant de l'azote qu'elle en sépare : c'est sa première élaboration. Son activité ne se borne pas à cette simple accumulation de matériaux alibiles : elle fixe le carbone, l'hydrogène, l'azote, et en forme, avec l'oxygène, tous les produits organiques qui se trouvent dans les végétaux.

Le carbone, combiné avec l'hydrogène et l'oxygène à l'état d'eau, donne naissance à la gomme, à l'amidon, à la dextrine, au sucre, à la cellulose et au ligneux. Quand la proportion d'hydrogène est augmentée, nous voyons se former la chlorophylle, les huiles fixes, les cires, les huiles essentielles et les résines. Les acides se produisent sous l'influence de l'oxygène en proportion excédante. Si l'azote vient

s'ajouter à ces éléments, les alcalis végétaux apparaissent, et, par l'addition d'un peu de soufre, nous trouvons les produits azotés neutres. Quant aux substances inorganiques, dont l'analyse révèle l'existence dans la plante, elles y arrivent par la voie de l'absorption, dissoutes dans les liquides absorbés, ou simplement mêlées à l'eau dans l'état d'extrême atténuation.

Ce qu'il y a de plus intéressant dans l'étude des produits élaborés qui se trouvent mis en œuvre par la force vitale et par les affinités chimiques, c'est le rôle de chacune de ces combinaisons variées, qui se présentent sous le triple état gazeux, liquide et solide. Les vaisseaux et les méats intercellulaires contiennent les substances gazeuses; à l'exception de la cellulose et de la fibrine, qui constituent la trame vivante, toutes les autres matières, liquides ou solides, organiques ou inorganiques, sont déposées dans les cellules et dans les mailles des tissus, non pas au hasard, mais dans des cavités spéciales qui leur servent de réservoir; c'est ainsi que le suc appelé *caoutchouc*, celui si âcre des euphorbiacées, résident dans l'écorce : témoin l'*euphorbia canariensis*, dont les habitants de Ténériffe enlèvent l'écorce, pour sucer la partie centrale qui est gorgée d'une sève abondante propre à calmer la soif. Dans la laitue vireuse, la moindre incision faite à l'écorce en fait jaillir un suc laiteux d'une abondance extrême. Les graines, le péricarpe, les feuilles ont aussi leurs réservoirs particuliers, qui servent à l'élaboration de ces substances. Quelquefois cependant aussi, ce sont de simples sucs extravasés, comme les résines, qui forment des dépôts dans le tissu lacéré où elles semblent s'être accumulées, en refoulant les cellules qui s'opposaient à leur dépôt. Certains physiologistes ont regardé les sucs propres comme des produits semblables à la sécrétion de la bile, et ils les considèrent comme des substances excrémentielles. Cette analogie est plus spécieuse qu'exacte, car la bile joue, dans la digestion, un rôle que nous ne retrouvons pas dans les sucs propres des plantes.

CHAPITRE VIII

DE LA COLORATION DANS LE VÉGÉTAL.

La coloration des plantes est due à la présence, dans les cellules, de globules colorés en vert dans les feuilles, les calices et les parties herbacées, et d'autre couleur dans les fleurs, les bractées, les fruits et quelques autres parties des végétaux [1]. La chlorophylle ou chromule, dont l'état normal est le vert, change cependant de couleur à l'automne, et passe au jaune, au rouge, au brun, modifications qu'on attribue à la manière dont les organes foliacés se comportent avec l'oxygène. On a observé qu'à l'automne les feuilles cessent d'exhaler de l'oxygène pendant le jour, et cependant elles continuent de l'absorber pendant la nuit : les variations de couleur, qui se remarquent dans les végétaux, seraient alors les divers degrés d'oxygénation de la chromule. On a même admis, ce qui est assez fondé, que la chromule est la matière colorante primitive, subissant de nombreuses modifications sous l'influence de la lumière et des agents chimiques. Macquart paraît avoir établi, d'une manière rationnelle, la production des couleurs : suivant lui, la couleur est le résultat de la décomposition de l'acide carbonique et du dégagement de l'oxygène, et son intensité est proportionnelle à celle du fluide lumineux qui est l'agent de la décomposition ; si au contraire il y a accumulation d'eau, la couleur bleue passe au jaune. Il semblerait alors que le bleu, qui fournit le vert par sa combinaison avec le jaune, a entièrement disparu. Une autre théorie explique, au contraire, la formation des couleurs par l'existence de principes colorés spéciaux.

Bien que la lumière soit le principal agent de la coloration des

1. On observe très-bien la disposition des vésicules colorées qui entrent dans la composition des corolles, en examinant au microscope un lambeau très-mince de la corolle du dahlia. Les globules colorés y sont très-volumineux, d'une forme sphérique à peu près parfaite, et ils sont rangés symétriquement en séries parallèles. Dans toutes les plantes dont les pétales sont épais, on peut étudier la disposition des vésicules contenant le fluide coloré. Dans celles à tissu très-mince et dont les vésicules sont très-petites et les couleurs assez pâles, on ne distingue pas les couleurs, et le tissu est entièrement translucide.

plantes, nous voyons des fucus et d'autres plantes marines très-colorés, quoiqu'ils ne reçoivent qu'une lumière affaiblie. Dans les végétaux sous-marins, le vert obscur et le brun sont les couleurs les plus générales; mais ce qui prouve que la couleur est le résultat plutôt d'une action chimique que de celle du fluide lumineux, c'est que les bois, les racines, le parenchyme des fruits, sont souvent colorés d'une manière très-brillante : les radis, les betteraves, les tubercules si agréablement peints de la capucine tubéreuse, montrent que, si la lumière peut agir sur la coloration des plantes, il existe d'autres causes de coloration. Le noir n'existe à l'état pur que dans les racines, un grand nombre de graines et quelques fruits; à l'état le plus intense dans les champignons, il est toujours, dans les corolles, le simple résultat d'une intensité de coloration du pourpre. On a remarqué que le blanc n'est pas toujours pur, et qu'en recevant par transparence la lumière à travers un pétale blanc sur une feuille de papier, on y voit des nuances diverses produites par quelque autre couleur qui y est mêlée à l'état de dilution extrême.

Quelle que soit la théorie qu'on admette, on reconnaît dans les couleurs végétales, quelque nombreuses qu'elles soient, deux couleurs fondamentales bien tranchées : ce sont le jaune et le bleu, qui jouissent de propriétés différentes. On voit bien des fleurs bleues ou jaunes passer au rouge ou au blanc, mais jamais le jaune ne devient bleu, et le bleu jaune; dans certaines familles même, il y a exclusivement des fleurs jaunes ou bleues, sans le moindre mélange entre elles. C'est cette observation qui a fait établir deux séries opposées, antagonistes même. L'une ayant pour base le jaune, ce qui a fait donner à cette première série le nom de série *xanthique*, et à l'autre, dont le bleu est la couleur fondamentale, le nom de série *cyanique*. Ces deux couleurs, dans leur état de simple mélange, forment le vert, état neutre ou intermédiaire. Si l'on admet au contraire le vert comme couleur génératrice, ces deux teintes primitives en seraient différents degrés d'oxygénation; mais, en admettant la dégradation et la combinaison des couleurs primitives des deux séries, nous obtenons le tableau suivant :

		Vert.		
JAUNE.				BLEU.
	ORANGÉ.		VIOLET.	
		Rouge.		

D'autres botanistes, parmi lesquels on peut citer Desvaux, ont autrement disposé la série de couleurs, et en expliquent le mode de génération d'une manière différente. Cet ingénieux et patient observateur avait étudié, pendant douze années, la dégradation et la variation des couleurs dans les haricots, qui sont, de toutes les graines, celles qui varient le plus facilement; car il en avait obtenu douze cents variétés. Pour Desvaux, le vert serait la couleur génératrice, et il en déduit deux séries parallèles : l'une *chloro-xanthique*, l'autre *chloro-cyanique* (Atl. I, Pl. 51); ces deux séries, en se modifiant un certain nombre de fois, donnent le rouge. Voici, au reste, le tableau qu'il a tracé :

VERT

Donne :	*Donne :*
Vert bleuâtre.	Vert jaunâtre.
Bleu { roux ou jaune. noir.	Jaune { roux. brun. noir.
Bleu violet.	Jaune orangé.
Violet { violet noir. noir.	Orangé.
Violet-roux { roux. jaune.	Orangé rouge.
Violet rouge.	

ROUGE.

D'autres admettent trois séries fondées sur les couleurs primitives, qui sont le bleu, le rouge et le jaune, et qui, par leur mélange en proportions diverses, produisent toutes les nuances; ainsi Henslow a établi un diagramme (Pl. 51), dont il ressort l'échelle chromatique suivante :

BLEU.

2 Bl. + Rouge = Bleu pourpre.
Bl. + R. = Pourpre.
2 R. + Bl. = Rouge pourpre.

ROUGE.

2 R. + Jaune = Rouge orangé.
R. + J. = Orange.
2 J. + R. = Jaune orangé.

JAUNE.

2 J. + Bl. = Vert jaunâtre.
J. + Bl. = Vert.
2 Bl. + J. = Bleu verdâtre.

On voit que ces douze teintes, produites par le système ternaire *bleu, rouge, jaune,* engendrent trois couleurs composées, qui sont *pourpre, orange, vert,* lesquelles produisent, à leur tour, deux combinaisons mixtes, qui peuvent, par des combinaisons binaires et en proportions tantôt égales, tantôt inverses, former quarante-huit tons purs; tel est le résultat de la combinaison de deux couleurs primaires ou binaires, mêlées à une proportion plus ou moins grande de blanc. Dans la disposition circulaire de ces quarante-huit composés binaires, ceux qui sont opposés produisent le blanc, et sont appelés *couleurs complémentaires.* Les couleurs impures sont les composés ternaires, qui résultent du mélange des couleurs pures avec une proportion plus ou moins grande de gris. C'est ainsi que Bl. + J. + Gr. produisent les composés ternaires appelés *brun, olive,* etc., suivant que l'une des couleurs primitives domine. Si le gris domine, les couleurs deviennent alors plus impures. Il en résulte une échelle diatonique composée de 12 couleurs pures ou brillantes, 12 impures et 12 très-impures. Ces 36 couleurs sont fondamentales; mais chacune d'elles est susceptible d'une triple dégradation; et il en résulte alors 108 teintes, qui s'élèvent à 144, si l'on y ajoute les trois dégradations du gris.

M. Chevreul a fait un travail très-curieux sur le contraste des couleurs, et il est arrivé à des résultats fort remarquables : c'est l'influence mutuelle que peuvent exercer deux couleurs différentes placées l'une à côté de l'autre; c'est ainsi qu'une fleur rouge paraîtra d'autant plus éclatante, que le feuillage sera plus étoffé et d'un vert plus vif. L'étude du contraste simultané s'applique surtout à la disposition des fleurs dans un parterre, dans un bouquet, et rentre dans l'art de l'horticulture.

Il est d'un intérêt plus direct d'étudier la signification botanique des couleurs que l'échelle chromatique; cependant, leur valeur est de peu d'importance, s'il s'agit du caractère spécifique, mais elles en ont plus comme caractéristique des grands groupes. Au reste, la monologie des couleurs est bien incertaine à cause des exceptions; cependant c'est à tort que Linné a dédaigné la couleur comme caractère, et a dit d'une manière absolue : Ne vous fiez pas trop à la couleur.

Tout ce qu'on peut dire des couleurs, c'est que le *blanc* est la couleur la plus commune aux végétaux du Nord et aux espèces printanières : les *arabis*, les *galanthus*, les *convallaria*, les *polygonatum*,

les *saxifrages*, fleurs essentiellement printanières, sont blanches ; le *rouge* est la couleur estivale et celle des fruits acides ; le *jaune*, couleur plus essentiellement automnale, est propre à des groupes tout entiers ; nous trouvons cette couleur dans une partie des chicoracées ; le blanc et rarement le jaune dans les ombellifères ; le blanc et plus communément le jaune dans les crucifères ; le jaune et le rouge dans les papavéracées, mais le jaune y est plus commun. Cette couleur se présente très fréquemment dans les renonculacées, surtout dans les genres *ranunculus*, *ficaria*, *trollius*, *eranthis*. Le bleu est disséminé à travers toutes saisons, cependant il est plutôt estival. Il y a des genres, et même des familles tout entières, qui excluent certaines couleurs : tel est le bleu dans le genre camellia, dans les œillets, les roses, les dahlias. Dans les borraginées, plus essentiellement rouges et bleues, la plupart des fleurs bleues passent au rose et au rouge ; la même plante est souvent chargée de fleurs de ces deux couleurs. On ne trouve pas de jaune dans les scilles, les polémoines, où le bleu est constant. Il paraît en résulter une exclusion complète, une antipathie bien prononcée entre ces deux couleurs. La belle-de-nuit, originairement jaune, passe au rouge et au blanc, mais jamais au bleu ; toutefois dans les campanulacées, plus essentiellement bleues ou blanches, nous trouvons une exception jaune dans la *campanula aurea*. Dans les gentianes, les aconits, le jaune est une exception. Le jaune est néanmoins plus constant que le bleu. Cette dernière couleur s'altère facilement et passe au blanc, tandis que le jaune passe rarement au blanc, mais assez souvent à l'orangé. Dans le *cheiranthus mutabilis*, les fleurs, jaunes lors de leur premier épanouissement, passent au jaune brun, au brun, au violet clair et au violet pourpre ; mais ces changements sont très-rares. Sous le rapport numérique, les végétaux à fleurs jaunes sont beaucoup plus nombreux que ceux à fleurs bleues ; les blanches viennent après les jaunes, puis les rouges.

La chromatologie végétale est une science bien peu avancée [1], et

1. Les théories, quelque ingénieuses qu'elles soient, donnent lieu à des objections d'un assez grand poids, pour qu'on n'en doive admettre aucune comme absolument vraie. On oppose à la théorie de Marquart l'absence de chromule dans les cellules épidermiques, qui se colorent cependant de nuances diverses, et dont la coloration ne peut être le résultat de la métamorphose de la chromule. Telles sont les racines, rouge vif dans les radis, rouge orangé dans les carottes, jaune agréablement panaché de violet dans la capucine tubéreuse, qui est un des tubercules les plus délicatement peints. Tandis que la plupart des botanistes, qui ont traité ce sujet, admettent deux séries fondamentales, le

il nous est impossible d'établir une règle qui ne comporte quelques exceptions. Les variétés naturelles, ou celles obtenues par la culture, montrent avec quelle facilité les fleurs passent d'une couleur à une autre. Nous citerons les variétés d'œillets, de tulipes, de roses, de dahlias, de jacinthes, de glaïeuls, d'iris, d'alstroémères, qui ne connaissent pas de limites. Ces modifications de couleur sont indépendantes de la station et du climat, si ce n'est dans l'état naturel; mais, dans nos jardins, les végétaux acquièrent une sorte de sensibilité qui les dispose, facilement, à suivre les changements que demande le caprice. Il existe un certain nombre de végétaux à fleurs changeantes, qui offrent, à l'œil, le phénomène d'une modification imprévue de couleur : c'est ainsi que l'*hibiscus mutabilis* a la fleur blanche lors de son épanouissement, d'un rose vif au milieu du jour, et rouge le soir; l'*œnothera tetraptera* passe également du blanc au rose; le *stylidium fruticosum*, du blanc au jaune; le *gladiolus versicolor*, brun en s'épanouissant, passe au bleu clair à midi, et lorsque le soleil disparaît, il redevient brun, pour subir le lendemain le même changement.

Ces mutations de couleurs sont dues à l'influence de la lumière : d'autres le sont à l'influence du terrain : tels sont les *hortensia* bleus, dont la coloration résulte de la présence, dans le sol, de sels ferreux; le *geranium batrachioides*, dans un sol infertile, passe du bleu au bleu pâle ou au blanc. D'autres fois la couleur ne change que par la lacération de la plante : la chair du *boletus cyanescens* devient bleue quand on brise ce champignon; la fleur jaune du *telephora cruenta* laisse couler un suc d'un rouge de sang dès qu'on lacère la corolle; les fleurs d'un blanc pur du *calanthe veratrifolia* deviennent noires au plus léger frottement. La coloration de la fleur est, quelquefois, facile à distinguer à la seule inspection de l'écorce ou de l'épiderme de certains végétaux; les horticulteurs distinguent les jacinthes blanches des bleues, à la coloration des tuniques extérieures du bulbe; les rosiers à fleurs blanches de ceux à fleurs roses, le lilas blanc du lilas violet à l'inspection de l'écorce.

La couleur des végétaux est loin d'être fixe; c'est pourquoi il est

bleu et le jaune, Berzélius regardait le rouge comme un principe colorant distinct; cependant on peut opposer, à toutes les théories, la tendance prononcée des végétaux à la virescence, dont nous parlerons en traitant de la tératologie végétale; ce qui semblerait prouver que la chromule est l'élément primitif de l'échelle des couleurs.

si difficile de conserver les fleurs dans les herbiers, et d'en extraire le suc pour la peinture à l'aquarelle. Le beau bleu des iris devient vert quand on veut le fixer par l'alun, les rouges deviennent sales et vineux, les roses jaunissent ; toutes les fleurs brillantes des monocotylédones passent au brun, ce qui rend la détermination des couleurs *ex sicco* presque toujours impossible.

On doit à M. le professeur Filhol un travail fort remarquable sur les couleurs des fleurs; nous allons le résumer brièvement :

1° *Fleurs blanches*. Il n'existe pas de fleurs d'un blanc pur. Le célèbre peintre de fleurs, Redouté, avait depuis longtemps fait cette observation. Les fleurs qui nous paraissent blanches ont presque toujours une teinte rose, jaune ou bleue; toutes ces fleurs, trempées dans l'ammoniaque, deviennent d'un beau jaune; les acides rétablissent les couleurs primitives.

Toutes les fleurs blanches, traitées par l'éther, fournissent une matière d'un jaune clair, soluble dans l'eau et dans l'alcool, se dissolvant également dans l'acide chlorhydrique avec belle coloration jaune, qui disparaît quand on étend d'eau le mélange. Cette matière, signalée par Hope, qui l'a nommée *xanthogène*, a été isolée par M. Filhol.

2° *Fleurs rouges, roses* ou *bleues*. MM. Frémy et Cloez ont nommé *cyanine* une matière colorante bleue qui conserve sa couleur dans les fleurs neutres, et qui devient rouge ou rose lorsque le suc est acide.

La *cyanine* est solide, incristallisable, soluble dans l'eau et dans l'alcool, insoluble dans l'éther, devenant bleue par les alcalis; mélangée de jaune, elle constitue le vert. La cyanine est identique avec la matière que M. Glenard a désignée sous le nom d'*œnocyanine*, et qu'il a retirée du vin.

Certaines fleurs rouges ne contiennent pas de xanthogène; aussi deviennent-elles d'un beau bleu ou d'un violet pur au contact de l'ammoniaque; le coquelicot est dans ce cas.

Quelques fleurs rouges ou roses, comme celles des aloès, ne contiennent pas de cyanine; les fleurs de ces plantes renferment une matière colorante très-analogue à la carthamine, et peut-être identique avec elle.

3° *Fleurs jaunes*. Plusieurs chimistes, et notamment MM. Frémy et Cloez, ont décrit, dans les fleurs jaunes, deux matières distinctes, qu'ils ont désignées sous les noms de *xanthine* et de *xanthème*.

D'après M. Filhol, la xanthine prend, sous l'influence de l'acide chlorhydrique concentré, une couleur verte comparable à celle de la chlorophylle. Cette couleur passe au bleu pur lorsqu'on y ajoute quelques gouttes d'acide azotique. La liqueur agitée avec de l'éther dédouble la matière colorante en une couleur jaune soluble dans l'éther et une matière d'un bleu pur.

La xanthine existe en abondance dans certains fruits, surtout dans ceux de la famille des cucurbitacées.

Certaines fleurs, notamment celles du *crocus luteus* et les stigmates du *crocus multifidus*, renferment une matière colorante jaune spéciale que M. Filhol nomme *crocoxanthine*. Elle est solide, incristallisable, d'un beau jaune doré ; elle n'est altérée ni par les acides, ni par les bases ; ce qui la distingue de la xanthine, de la xanthème et du xanthogène.

M. Filhol a établi l'analogie de propriétés de la xanthine avec celles que M. Frémy a attribuées à la chlorophylle. Lorsqu'à une solution alcoolique de chlorophylle on ajoute quelques gouttes d'acide chlorhydrique pur, la solution devient d'un beau jaune ; par un excès d'acide, la couleur verte reparaît, mais avec une teinte bleue différente de la couleur primitive ; par l'addition de quelques gouttes d'acide azotique, elle devient bleue, comme le ferait la xanthine.

Malgré ces intéressantes recherches, il reste sans doute beaucoup à faire pour établir l'origine de toutes les couleurs des fleurs, et surtout pour expliquer la résistance, plus ou moins grande, des couleurs aux influences de l'air et de la lumière.

Faisons remarquer, toutefois, que s'il est vrai que les acides rougissent la cyanine et que les alcalis la verdissent, on ne saurait tirer, comme on a prétendu le faire, aucune indication de la couleur des fleurs, relativement à leurs propriétés thérapeutiques, parce qu'on peut trouver les mêmes couleurs, à la fois chez des plantes très-vénéneuses, comme la digitale et la belladone, et dans des fleurs bien inoffensives comme la primevère et la violette.

Le *noir* n'existe pas dans les corolles ; mais il se rencontre dans les fruits, et il doit exciter la défiance. Quant aux graines, elles peuvent avoir impunément une livrée obscure, sans être délétères : le haricot nègre, et plusieurs autres variétés du genre *phaseolus*, ont l'épiderme d'un noir bleu très-foncé, sans pour cela avoir des propriétés malfaisantes.

Ces considérations n'embrassent les faits que dans leur généralité, et ne peuvent s'appliquer à de nombreuses exceptions qui déjouent toutes nos doctrines.

Il reste maintenant à faire connaître les principales dénominations des couleurs, employées en botanique, pour faciliter l'intelligence des descriptions. Le latin est indispensable dans la dénomination des couleurs, car cette langue a une souplesse et une finesse de nuances qui manquent à la nôtre. En botanique, le mot *coloré* s'applique à tout ce qui est d'une autre couleur que vert, cette couleur étant dominante dans le règne végétal. On peut dire que toutes les couleurs se trouvent dans les plantes, ce qui a exigé une nomenclature assez longue et qu'il importe de connaître.

Noir, *niger*. — *Populus nigra*.
— de poix, *piceus*. — *Cyphelium piceum*.
— de charbon, *ater*. — *Conoplea ater*.
— d'encre, *atramentarius*. — *Coprinus atramentarius*.
Noirâtre, *nigrescens*, *nigricans*. — *Glycine nigricans*.
Terreux, *terreus*. — *Agaricus terreus*.
Brun, *bruneus*. — *Agaricus bruneus*.
— enfumé, fuligineux, *fumosus*, *fuligineus*, *fuliginosus*. — *Telephora fuliginea*.
— marron, *castaneus*. — *Boletus castaneus*.
— bistre, *fuscus*.
— fauve, *fulvus*. — *Hemerocallis fulva*.
— terne, *pullus*.
— bai, *badius*.
— rougeâtre, *hepaticus*.
Gris, *griseus*. — *Populus grisea*.
— cendré, *cinereus*. — *Salix cinerea*.
— plombé, *plumbeus*. — *Bovista plumbea*.
— de souris, *murinus*.
— d'acier, *chalybeus*. — *Agaricus chalybeus*.
Grisâtre, *cinerascens*. — *Gymnopus cinerascens*.
Blanc, *albus*.
— pur, *candidus*. — *Lilium candidum*, *parnassia palustris*.
— de lait, *lacteus*. — *Crassula lactea*.
— de neige, *niveus*. — *Hydrangea nivea*.
— d'argent, *argenteus*. — *Protea argentea*.
— de peau, *alutaceus*. — *Russula alutacea*.
— d'ivoire, *eburneus*. — *Agaricus eburneus*.
— de chaux, *calceus*, *gypseus*.
— duveteux, pubescent, *canus*, *incanus*.
Blanchâtre, *albidus*, *canescens*, *albescens*, *candicans*. — *Deutzia canescens*.
Vert, *viridis*. — *Physarum viride*.
— gai, *viridulus*.
— de bronze, *æruginosus*, *æneus*. — *Fagus æneus*.

Vert olivâtre, *olivaceus*. — *Agaricus olivaceus*.
glauque, *glaucus*. — Le chou.
— d'émeraude, *smaragdinus*.
— de poireau, *prasinus*.
— noirâtre, *atro-virens*.
— jaunâtre, *flavo-virens*.
Verdâtre, *virescens, virens, chlorinus*. — *Hedera helix*.
Bleu, *cœruleus*. — *Nuphar cœrulea*.
— de Prusse, *cyanus, cyaneus*. — *Centaurea cyanus*.
— d'azur, *azureus*. — *Ceanothus azureus*.
— grisâtre, *cæsius*. — *Imbricaria cæsia*.
— ardoisé, *ardosiaceus*. — *Agaricus ardosiaceus*.
Bleuâtre, *cœrulescens, cyanescens*. — *Boletus cyanescens*.
Jaune franc, *luteus*. — *Nelumbium luteum*.
— citron, *citrinus*. — *Ixia citrina*.
— paille, *helvolus*.
— pâle, *ochroleucus*. — *Nerium ochroleucum*.
— clair, *luteolus*. — *Agaricus luteolus*.
— blond, *flavus*. — *Sarracenia flava*.
— soufré, *sulfureus*. — *Crocus sulfureus*.
— d'or, *aureus*. — *Eschscholtzia Californica*.
— de succin, *succineus*. — *Tremella succinea*.
— de rouille, *ferrugineus, rubiginosus*. — *Digitalis ferruginea*.
— d'ocre, *ochraceus*.
— de flamme, *flammeus, igneus*. — *Adonis flammea*.
— de safran, *croceus, crocatus*. — *Lilium croceum, tubercularia crocata*.
— d'abricot, *armoriaceus*. — *Calendula officinalis*.
— orangé, *aurantiaceus*. — *Hieracium aurantiacum*.
Roux, *rufus*. — *Anigosanthos rufa*.
— cannelle, *cinnamomeus*. — *Ixia cinnamomea*.
Roussâtre, *rufescens*. — *Hydnum rufescens*.
Jaunâtre, *lutescens, flavescens, flavidus*. — *Avena flavescens*.
Tabac, *tabacinus*. — *Telephora tabacina*.
Rouge pur, *ruber*. — *Crepis rubra*.
— de sang, *sanguineus*. — *Ribes sanguineum*.
— rutilant, *rutilans*. — *Amaryllis rutilans*.
— carmin, *puniceus*. — *Hæmanthus puniceus*.
— vermillon, *cinnabarinus*. — *Lelia cinnabarina*.
— vocciné, écarlate, *coccineus*. — Le coquelicot.
— cramoisi, *kermesinus*. — *Passiflora kermesina*.
— vif, *rubellus*. — *Opegrapha rubella*.
— de feu, *igneus*. — *Lobelia ignea*.
— incarnat, *incarnatus*. — *Passiflora incarnata*.
— brique, *lateritius*. — *Loasa lateritia*.
— de cuivre, *cupreus*. — *Nerium cupreum*.
Rose, *roseus*. — La rose.
Carné, *carneus*. — *Sanseveria carnea*.
Rubicond, *rubicundus*. — *Godetia rubicunda*.
Rougeâtre, *erubescens*. — *Crinum erubescens*.
Violet, *violaceus*. — *Aconitum napellus*.

Lilas, *lilacinus*. — *Senecio lilacinus*.
Pourpre, *purpureus, cruentus*. — *Sarracenia purpurea, cineraria cruenta*.
Pourpre noir, *atro-purpureus*. — *Scabiosa atro-purpurea*.
Améthyste, *amethysteus, amethystinus*. — *Eryngium amethystinum*.
Violet vif purpurin, *phœniceus*. — *Verbascum phœniceum*.
Bleu pourpre, *purpureo-cæruleus*.
Pourpre obscur, *purpuraceus*. — *Comarum palustre*.
Livide, *lividus*. — *Boletus lividus*.
Pâle, *pallidus*. — *Iris pallida*.
Sale, *sordidus*. — *Lecanora sordida*.
Luride ou jaune sale, *luridus*. — *Boletus luridus*.
Terne (cendré, ou, suivant d'autres, couleur de brique calcinée), *gilvus*. — *Telephora gilva*.
Hyalin, *hyalinus*. — *Ixia*.
Limpide, *aqueus*.
Transparent, *vitreus*.
Rubané, *vittatus*. — *Cyrtanthus vittatus*.
Strié, *striatus*. — *Agave striata*.
Rayé, *lineatus*.
Maculé, taché, *maculatus*. — *Orchis maculata*.
Ocellé (marqué d'yeux ou de taches circulaires), *ocellatus*.
Fascié (se dit des surfaces qui présentent des bandelettes diversement colorées), *fasciatus*.
Bicolor (deux couleurs sur une même surface), *bicolor*. — *Mesembryanthemum bicolor*.
Tricolore (trois couleurs sur une même surface), *tricolor*. — *Amaranthus tricolor*.
Discolor (quand une des surfaces est d'une couleur et l'autre d'une autre), *discolor*. — *Begonia discolor*.
Concolor (quand les deux surfaces sont de même couleur), *concolor*.
Panaché, *variegatus*. — *Iris variegata*.
Piqueté, *pictus*. — *Cantua picta*.
Ponctué, *guttatus*. — *Mimulus guttatus*.
Tigré, *tigrinus*. — *Agaricus tigrinus*.
Bordé, *marginatus*.
Zoné, *zonatus*.
Changeant, *mutabilis, versicolor*. — *Hibiscus mutabilis, gladiolus versicolor*.

Les sucs propres des végétaux sont aussi très-souvent colorés, et leur coloration est d'une intensité qui frappe d'autant plus vivement l'observateur, que la séve est incolore avant son élaboration, et au moment où elle quitte le sommet du végétal où elle a subi les transformations qui doivent la rendre propre à continuer la vie et à pourvoir aux diverses sécrétions. Ainsi, chaque fois qu'on voit, comme dans le *Cissus cordifolia* et plusieurs autres végétaux des tropiques qu'on a nommés *lianes à eau*, à cause de la grande quantité de liquide qu'ils offrent au chasseur altéré, et dans la vigne, s'écouler, par une section ou une simple perforation, un liquide incolore,

ce n'est pas un suc propre, mais tout simplement de la séve, ce qui n'entraîne pas son insipidité, car elle contient du sucre dans les érables, certains palmiers, le bouleau, etc. Il en est autrement du suc propre : dans le *pterocarpus draco* et le *dracœna draco*, ainsi que dans le *croton sanguifluus*, le suc propre est rouge de sang ; la *sanguinaria canadensis* a également un suc coloré en rouge ; il est jaune dans les chélidoines et le *glaucium*. Le suc du *cambogia gutta*, qui fournit la gomme-gutte, est, en sortant de la plante, d'un jaune aussi vif qu'après la dessiccation ; celui du *galactodendron utile* est blanc, ainsi que cela se voit dans les euphorbiacées, où il ne change pas de couleur, tandis que, dans diverses espèces de sumac, il passe, en se concrétant, du blanc au noir. Outre la coloration propre aux sucs charriés par les vaisseaux laticifères, on reconnaît encore les sucs propres à ce qu'en faisant une incision à la branche ou au tronc d'une plante, il fait une irruption instantanée, ce qui n'a pas lieu pour la séve, qui ne se produit que par une lente exsudation.

CHAPITRE IX

DES ODEURS DANS LES VÉGÉTAUX.

Si la chromatologie est entourée d'obscurité, l'*osmologie*, ou science des odeurs, l'est au moins autant, plutôt cependant sous le rapport de la sensation produite que du mode de production : car les odeurs (en limitant ce mot aux aromes) qui résident soit dans les fleurs, ce qui est le plus commun, soit dans les feuilles, le bois, la racine ou les fruits, sont presque toujours dues à une huile essentielle, produit hydrocarboné, c'est-à-dire dans lequel l'acide carbonique et l'hydrogène sont en proportion excédante. Il s'en faut beaucoup que toutes les parties d'un végétal soient odorantes : nous voyons, dans l'iris, la corolle, si délicate de tissu, si brillante de couleurs, complétement inodore, tandis que son rhizome a une odeur de violette ; dans l'*andropogon*, la racine est douée d'une odeur pénétrante, et le reste de la plante est dans un état complet d'indifférence. Le *volkameria* a la fleur très-odorante et les feuilles fétides ; l'*allium fragans* a, dans toutes ses parties, l'odeur forte propre au genre, et la fleur en est très-suave. Dans certaines familles, telle est entre autres celle des labiées, toute la plante est aromatique, et c'est dans les feuilles surtout que réside le principe odorant, qui se rapproche plus ou moins du camphre, mais, quand il est concentré, devient fétide ; le marrube noir est dans ce cas. Les huiles essentielles de certaines labiées sont également douées d'odeurs peu agréables ; celle du romarin sent la térébenthine, et l'essence de menthe elle-même, quand elle est concentrée, a une odeur hircine. Les composées sont également aromatiques ; mais on n'en tire pas d'odeurs agréables ; dans les ombellifères, c'est le péricarpe qui est odorant ; l'odeur des fruits d'anis, d'aneth, de fenouil, de cumin est connue. Les conifères ne sont odorantes que par leurs produits sécrétés. Dans les graminées, à peu d'exceptions près, il n'y a point de plantes odorantes ; cependant on peut en excepter la flouve odorante, qui exhale une odeur très-agréable, surtout quand elle est sèche. Les enveloppes de

l'avoine noire donnent, par leur infusion à chaud, une odeur de vanille très-prononcée aux liquides avec lesquels on les mêle; il en est de même de l'aspérule odorante, du mélilot, de la graine du *dipterix odorata* (fève de tonka), qui ne sont odorants qu'après leur dessiccation. D'autres fois, il faut l'intervention de l'eau et de la chaleur pour mettre à nu l'odeur propre à certains végétaux; tels sont les feuilles du laurier-amande et les cotylédons de l'embryon de l'amandier, qui donnent aux liquides dans lesquels on les fait infuser, une douce odeur d'amandes amères, due à l'essence et à l'acide cyanhydrique qui se développent par la réaction de l'amygdaline sur la synaptaze au contact de l'eau. Toutes les parties des *hypericum* et des orangers sont parsemées de glandes remplies d'huiles essentielles très-odorantes.

Ce qu'il y a de plus particulier dans la production des odeurs et dans l'aromatisme en général, c'est que certains végétaux ne sont pas odorants à toutes les heures du jour : le *platanthera bifolia* est odorant le matin et le soir, et inodore dans le milieu du jour; quand le temps est sombre et pluvieux, l'odeur se développe cependant dans le jour. Le genre *cestrum* présente une particularité bien remarquable : une espèce appelée *cestrum diurnum* est odorante pendant le jour, et le *cestrum vespertinum* ne l'est que le soir; c'est au coucher du soleil que le *pelargonium triste* et les fleurs de *magnolia yulan* exhalent leur odeur suave.

La putréfaction développe des odeurs dont les végétaux sont privés dans leur état frais. Ainsi, les bulbes des tubéreuses et les pommes d'api, qui commencent à se gâter, répandent une odeur de musc très-prononcée; la racine de la patate dégage, en se putréfiant, une odeur de violette fort agréable.

Les odeurs fétides sont très-nombreuses : le *loroglossum hircinum* exhale une odeur de bouc; l'*orchis coriophora*, une odeur de punaise; la racine de l'acacia (*robinia pseudo-acacia*) répand une odeur stercoraire très-forte; il en est de même du fruit de l'*artocarpus integrifolia*. Le *sterbulia fœtida*, l'*anagyris fœtida* sont dans le même cas. On a exagéré l'odeur de l'*assa fœtida* : le suc de cette ombellifère exhale une forte odeur d'ail, et l'on comprend pourquoi les anciens faisaient entrer cette substance dans leurs préparations culinaires. Les spathes de l'*arum dracunculus* et les fleurs de *stapelia* exhalent une odeur de charogne, qui attire les mouches et leur fait déposer

leurs œufs dans ces cornets et fleurs empestés. Le *phallus impudicus* est d'une puanteur infecte à l'état frais.

Il y a quelquefois un rapport intime entre l'odeur et la saveur, comme cela a lieu dans l'anis, le fenouil, la badiane, le gerofle, la cannelle et les épices; d'autres fois, les végétaux dont la saveur est très-prononcée sont complétement inodores : tels sont le *cresson de para*, le *calla palustris*, l'*arum maculatum*. Beaucoup de plantes dont l'odeur est très-suave la perdent quand on les mâche : ainsi les pétales de la rose n'ont qu'une saveur herbacée, ce qui tient à la nature fugace du principe odorant. On fait quelquefois disparaître l'odeur d'une fleur par le simple froissement, comme pour le lis et la violette; tandis que, dans d'autres, la division des parties est nécessaire pour la faire naître : tel est l'iris fétide, dite gigot, qui exhale par la trituration une odeur de viande rôtie, mais à distance et par atténuation, car il sent très-fort de près ou quand l'odeur en est concentrée; le même phénomène a lieu pour les labiées, dont l'odeur se développe par le froissement, ce qui tient à sa nature. Quand cette odeur est due à une huile essentielle ou à une résine, elle s'exalte par le déchirement des tissus; quand, au contraire, le principe odorant est dû à une autre cause (bien qu'on pense que c'est toujours à une huile essentielle que sont dues les odeurs), elle est détruite par le plus faible frottement.

Les odeurs varient suivant leur intensité ou les distances auxquelles elles frappent le sens olfactif : ainsi la fleur du sureau, forte et désagréable, quand elle est en masse, communique aux liquides, auxquels on la mêle, une très-forte odeur de raisin muscat.

Si la lumière agit directement sur certains végétaux et en exalte les principes odorants, elle est sans effet dans un grand nombre de cas : exemple, les plantes à odeur nocturne; mais les climats influent puissamment sur la production des odeurs : c'est pourquoi en s'élevant vers le nord, les végétaux aromatiques diminuent, tandis qu'ils augmentent en nombre en descendant vers l'équateur. Dans nos départements méridionaux, les labiées et les composées donnent beaucoup plus d'huile essentielle que sous le climat de Paris [1].

1. Le tableau de la production des huiles essentielles suivant les climats mérite de

Les altitudes paraissent également favorables au développement des odeurs; Haller cite un certain nombre de végétaux inodores, dans les plaines, qui deviennent très-odorants dans les montagnes : tels sont le *ranunculus acris*, le *trollius europæus*, la *primula auricula*.

La culture influe beaucoup aussi sur les odeurs; mais quand elle développe dans les plantes un principe odorant, il est difficile d'en connaître la cause.

Les principes aromatiques des végétaux, qui sont dus à un principe fugace, quelle qu'en soit la nature, comme dans le lis, diminuent d'intensité ou se perdent même entièrement par la dessiccation [1].

La chaleur artificielle, qui détruit les odeurs des végétaux, développe celle des solanées vireuses et des cannabinées; toutefois, dans un grand nombre de cas, la torréfaction fait disparaître les principes actifs.

L'influence des odeurs sur l'organisme est très-connue : on sait

prendre place ici, pour montrer l'influence de la température sur leur développement :

	Plantes récoltées sous le climat de Paris. Sur 50 kilogrammes.	Plantes récoltées dans les climats méridionaux. Sur 50 kilogrammes.
Aurone	128 grammes.	167 grammes.
Hysope	101 —	163 —
Menthe poivrée	105 —	194 —
Myrte	78 —	140 —
Oranger (fleur d')	28 —	155 —
Romarin	109 —	155 —
Rose cent-feuilles	2 —	9 —
Sauge (petite)	90 —	186 —
Serpolet	30 —	155 —
Thym	117 —	202 —

Sous le climat de Paris, l'arome est souvent égal et supérieur, quelquefois même, en finesse, à celui des plantes des climats méridionaux; ce qui a lieu surtout pour l'huile essentielle de fleurs d'oranger; celle de menthe est moins forte : cependant, en général, c'est plutôt la quantité qui diminue, car la suavité reste la même, et parfois est supérieure.

1. On a reconnu que la distillation des plantes fraîches ou sèches, à l'eau froide ou à l'eau bouillante, produit des résultats différents. L'huile essentielle d'une plante sèche, ayant subi le contact de l'air, est devenue moins soluble, et l'on en obtient davantage. Le même effet a lieu quand on commence la distillation avec de l'eau froide : l'oxygène contenu dans l'eau se porte sur l'huile essentielle et la rend insoluble, tandis que, dans les plantes fraîches et en commençant la distillation à l'eau bouillante, l'huile essentielle est entièrement dissoute dans l'eau. On reconnaît la dissolution imparfaite de l'huile essentielle à l'aspect trouble de la distillation et à la faiblesse du produit odorant; tandis que, dans le cas de dissolution complète, la limpidité est très-grande et l'odeur très-développée.

que rien n'est plus dangereux que de laisser dans une chambre à coucher des fleurs odorantes; elles peuvent déterminer une véritable intoxication miasmatique. Comme elles agissent exclusivement sur le système nerveux, les odeurs aromatiques, respirées en quantités modérées, stimulent agréablement et relèvent les forces nerveuses. Nous rappellerons seulement le fait, si connu, de la puissance attractive exercée sur les chats par les racines de la valériane : ils se roulent dessus avec une sorte de frénésie, et les mangent jusqu'au dernier morceau. Ces animaux, dont l'irritabilité est si grande, recherchent avec une fureur presque égale la *nepeta cataria* et le *teucrium marum*, qu'ils détruisent quand ils pénètrent dans les jardins où l'on cultive ces plantes.

Les odeurs sont éminemment diffusibles : elles se répandent dans toute l'économie, non-seulement par l'ingestion ou par la respiration, mais par la simple absorption cutanée. L'abus des odeurs produit des désordres assez grands pour qu'on doive l'éviter : il peut déterminer des affections nerveuses dangereuses, qu'on remarque surtout chez les parfumeurs; aussi les personnes nerveuses, sujettes aux céphalalgies, ne peuvent-elles pas supporter les odeurs aromatiques.

Les émanations non aromatiques des végétaux peuvent quelquefois déterminer des accidents : les émanations du safran réuni en masse causent de violentes céphalalgies, et quelquefois même des syncopes; les datura, les belladones et un grand nombre des solanées vireuses produisent une action stupéfiante; les personnes qui récoltent les racines du *veratrum album* éprouvent des vomissements. Les émanations du chanvre, celles du noyer, sont dangereuses. Quoiqu'on ait exagéré les effets de l'*antiaris toxicaria*, il est positif que cet arbre répand autour de lui des émanatiens toxiques; le mancenillier est dans le même cas. Les émanations du *phallus impudicus* sont assez délétères pour faire périr des oiseaux placés sous la même cloche que ce champignon. On n'a qu'à mettre une guèpe sous un verre dans lequel on a placé une feuille de laurier-cerise coupée en morceaux, et au bout de dix minutes cet insecte sera complétement stupéfié [1].

1. A. Vahlin, dans sa thèse intitulée *Odores medicamentorum*, cite des faits relatifs à l'action des odeurs, dont quelques-uns sont controuvés : telle est, entre autres, l'action produite sur les chiens par l'odeur du *chenopodium vulvaria*, qui les provoque à uriner.

L'action des odeurs, qui ne sont que des particules émanant des corps odorants, a une grande variété d'action; et l'on croit, sans que l'expérience ait confirmé cette opinion, que les odeurs qui agissent sur l'organisme, de la manière la plus favorable, sont celles qui proviennent de corps jouissant de propriétés alimentaires, tels que les fruits, les végétaux féculents; tandis que les odeurs simplement aromatiques ne sont pas si salutaires. On ne peut traiter les odeurs qu'en thèse générale et en déterminant leur action dans le plus grand nombre des cas; car elles n'agissent pas avec une égale intensité sur toutes les personnes; ce sont surtout sur les femmes, dont le système nerveux est très-susceptible, qu'elles exercent une action très-intense. Il y a maintenant des idiosyncrasies qui varient d'individu à individu et échappent à toute analyse.

Les travaux de L.-A. Buchner semblent prouver que la partie aromatique des fleurs, peut-être même aussi celle des différentes parties d'un grand nombre de végétaux, est due à la présence d'une huile essentielle, mêlée à de la cire et de la chlorophylle, et affecte l'apparence extractiforme. En employant le procédé de M. Millon, qui consiste à traiter les fleurs à odeur fugace, telles que celles du tilleul, du réséda, du jasmin, du seringat (*philadelphus coronarius*) par le sulfure de carbone, et en évaporant à une très-douce température, on a pu isoler le parfum de ces fleurs que la chaleur détruit, et qui se présente alors sous la forme d'une matière ciro-résineuse molle, dont l'odeur rappelle tout à fait celle de la plante.

Quant à la nature des huiles essentielles, elle varie singulièrement; au point de vue de leur composition chimique, on peut les distinguer en quatre groupes :

1° Les essences hydro-carbonées, telles que celles de citron, de bergamote, de cédrat, de rose liquide, de genièvre, de térébenthine, etc.;

2° Les essences hydro-carbonées oxygénées;

3° Les essences sulfurées (ail);

4° Les essences azoto-sulfurées (moutarde, raifort).

Le groupe des essences oxygénées est le plus nombreux, on distingue :

1° Les essences neutres (rose *solide*, lavande, thym, etc.);

2° Les camphres (camphre de Bornéo et de Sumatra);

3° Les essences acides (girofles, reine des prés, etc.);

4° Les essences jouant le rôle d'alcool (essence de pommes de terre);

5° Les essences jouant le rôle d'aldehyde (essences d'amandes amères, de cannelle, d'anis solide, etc.);

6° Les essences jouant le rôle d'éthers composés (essence de gaultérie couchée).

Les essences du commerce, telles qu'on les retire par distillation, sont le plus souvent des mélanges de plusieurs essences; c'est ainsi que les essences de rose et d'anis résultent du mélange d'une huile liquide (oleoptène) hydro-carbonée, avec une huile essentielle solide (stéaroptène) oxygénée.

On a cherché à grouper les odeurs de manière à les rapporter à des classes connues; mais jusqu'à présent on n'a pas réussi à obtenir une systématisation satisfaisante, à cause de la prodigieuse variété des odeurs et des nuances qui en multiplient le nombre.

J.-Th. Fagreus et Vahlin, disciples de Linné, en développant les idées de leur maître, ont traité, l'un des médicaments fétides, *Medicamenta graveolentia,* et l'autre *de Odore medicamentorum.* Le premier établit trois classes : 1° les *subinsipides;* 2° les *âcres;* 3° les *amers,* subdivisées en deux ordres, les plus forts (*fortiora*) et les plus faibles (*debiliora*). Ainsi le *datura*, la jusquiame, le tabac, appartiennent aux fétides subinsipides les plus forts; le jasmin, le souci, le tilleul, la violette, aux subinsipides faibles. Il classe les végétaux odorants parmi les fétides, parce que, quand le parfum en est exalté, ils deviennent plutôt fétides qu'aromatiques; la valériane, l'iris fétide, le sureau, appartiennent aux fétides âcres les plus forts, et l'assa fœtida, la rue, le cumin aux âcres faibles. Cette classification tout arbitraire n'a rien appris et n'est pas demeurée dans l'osmologie. Les travaux de Vahlin sont, au contraire, restés. Cet auteur groupe les odeurs en sept classes :

1° Les *musquées* (ambrosiaques, *odores ambrosiaci*); tels sont le *geranium moschatum,* la *malva moschata,* l'aspérule odorante;

2° Les *suaves* (*fragrantes*); le tilleul, la tubéreuse, le lis, le jasmin;

3° Les *aromatiques* (*aromatici*); les lauriers, l'œillet, etc.;

4° Les *alliacées* (*aliacei*); l'ail, l'alliaire, l'*assa fœtida;*

5° Les *hircines* (*hircini*); à odeur de bouc, les *satyrium,* la vulvaire;

6° Les *stupéfiantes* (*tetri*, fétides); les *stachys*, les *tagetes*, le chanvre, l'*anagyris*, les *solanum*, l'aneth;

7° Les *nauséeuses* (*nauseosi*); le tabac, l'ellébore, le muguet.

Adanson, comme Linné, qui semble avoir pris aux anciens le nombre sept qui leur servait de base dans la classification des odeurs, adopte aussi sept classes : 1° les *inodores*; 2° les *odeurs faibles*; 3° les *odeurs suaves*; 4° les *aromatiques fortes*; 5° les *odeurs fortes, qui ne sont ni puantes ni aromatiques*; 6° les *odeurs infectes* ou *fétides*; 7° les *odeurs fades*.

Lorry, qui a fait un travail spécial sur les odeurs, établit cinq classes, qui sont trop arbitraires pour mériter autre chose qu'une mention.

Fourcroy, guidé par ses études chimiques, a suivi une autre voie; il a divisé les odeurs en cinq classes : 1° *esprit recteur* ou *arome muqueux*; le plantin, la bourrache; 2° *esprit recteur huileux fixe, non soluble dans l'eau*; réséda, héliotrope, narcisse, jonquille (les travaux de Buchner démontrent l'inutilité de cette classe, qui repose sur une donnée inexacte); 3° *esprit recteur huileux fixe, soluble dans l'eau*, les labiées; 4° *esprit recteur aromatique et acide*; benjoin, cannelle, etc.; 5° *esprit recteur sulfureux*; les crucifères. Le savant chimiste est resté au-dessous de sa réputation; il n'a fait qu'un travail sans application, puisqu'il comprend la moindre partie des circonstances qui accompagnent la production des odeurs.

Virey, qui avait un esprit porté aux idées philosophiques et se distinguait par des vues élevées, a écrit sur l'osmologie et est venu échouer contre la difficulté que présente une méthode de classification s'appliquant à des productions aussi variées que les odeurs.

Il divise les odeurs en trois classes : 1° les *odeurs d'aliments*; 2° les *odeurs de médicaments*; 3° les *odeurs d'agrément et de toilette*. Il a eu beau subdiviser les classes en trente-sept groupes secondaires et multiplier ses dénominations, il n'est pas arrivé pour cela à plus de précision. Ses classes sont fausses et ses coupes renferment des divisions qui sont semblables ou rentrent les unes dans les autres. Cependant une bonne classification des odeurs serait utile pour les descriptions, et contribuerait à leur donner de la précision.

Desvaux, bon observateur, mais trop ami des détails, avait si bien compris l'importance d'une classification osmologique, qu'il a

consacré, à ce chapitre, de longs et minutieux détails dans son Traité général de botanique. Il a établi sept genres d'odeurs qui commencent aux plus faibles et s'élèvent graduellement aux fétides. Ce sont :

I. Les *odeurs inertes,* qui sont faibles, sans mauvaises qualités et peu expansibles; elles se subdivisent en dix espèces : 1° l'*odeur ligneuse,* celle du bois qu'on scie; 2° l'*odeur herbacée,* ou de graminées froissées entre les doigts; 3° *féculaire* ou *farineuse,* celle de la fécule et des graminées réduites en farine; 4° *mucilagineuse*, celle de gomme dissoute; 5° *crue*, des racines tubéreuses crues; 6° *féviaire,* des graines des légumineuses crues; 7° *oléacée,* celle des bettes, de l'arroche, de l'épinard cuits dans l'eau; 8° *oléagineuse* ou plutôt *huileuse* : c'est celle de la noix écrasée; 9° *fongacée,* du champignon. C'est l'odeur propre à toute cette famille, dont le champignon de couche peut être regardé comme le type, parce que, depuis les byssus jusqu'au lycoperdon, ils ont tous, lors de leur premier développement, une odeur particulière qui mérite de prendre place dans la nomenclature osmologique, car elle se représente souvent; l'odeur de la truffe elle-même n'est autre chose qu'une odeur de champignon exaltée; 10° *mellacée* ou approchant du miel, due à la présence, dans les végétaux, d'un principe mucoso-sucré.

II. Les *odeurs anaromatiques* sont distinctes, mais peu énergiques, et ont des qualités négatives : elles ne sont ni suaves, ni pénétrantes, ni fétides. Ce genre comprend quatre espèces : 1° *acerbe*, l'odeur des écorces fraîches du quinquina, de la racine de fraisier : elle est due à la présence du tannin; 2° *vineuse*, propre à la séve fermentée et aux fruits; 3° *spermatique*, qui se retrouve dans le pollen du châtaignier, de l'épine-vinette; 4° *nucléacée,* ou de *noyau*, due à la présence de l'acide prussique.

III. Les *odeurs suaves,* douces, agréables, ni aromatiques, ni balsamiques; huit espèces : 1° *anisée*, l'anis, la badiane; 2° *musquée*, le *mimulus moschatus;* 3° *orangiaque*, l'orange; 4° *pomacée*, la pomme de reinette; 5° *rosacée*, la rose, le *pelargonium capitatum;* 6° *vanillée*, la vanille, l'héliotrope du Pérou, le tussilage odorant; 7° *violacée*, l'odeur de la violette, qui se retrouve dans la racine de l'iris de Florence; 8° *agréable*, le jasmin, le tilleul, etc. Cette espèce comprend une grande variété de plantes et d'odeurs; elle pourrait

être démembrée pour être distribuée dans les autres espèces de ce genre et des suivants.

IV. *Odeurs aromatiques,* agréables, exaltées, pénétrantes, sans acidité; trois espèces : 1° *caryophyllacée,* l'œillet, l'*acorus calamus;* 2° *épicéo-aromatique,* le gérofle, la cannelle; 3° *épicée,* le poivre, la muscade.

V. *Odeurs suaves,* très-prononcées, suaves; trois espèces : 1° *balsamoïde,* baume de la Mecque, bourgeons du *populus balsamea;* 2° *balsamique,* le benjoin, le styrax; 3° *myrrhique,* la myrrhe, l'encens.

VI. *Odeurs pénétrantes,* fortes, vives, n'excitant ni une sensation agréable ni une désagréable; onze espèces : 1° *mélilotique,* celle du mélilot; 2° *bitumineuse,* les psoralées; 3° *citronnée,* le citronnier, la mélisse officinale; 4° *camphrée,* le camphre, la lavande et un grand nombre de labiées; 5° *ambrosiaque,* le *chenopodium ambrosioides;* 6° *résineuse,* les conifères; 7° *acide,* la pulpe de tamarin; 8° *piquante,* les crucifères; 9° *alliacée,* les aulx; 10° *âcre,* les renonculacées, les sedum; 11° *forte,* la plupart des ombellifères.

VII. *Odeurs fétides,* très-exaltées, désagréables, répugnantes; dix espèces : 1° *cimicine,* ou de punaise, l'*orchis coriophora;* 2° *hircine,* de bouc, l'*hypericum hircinum;* 3° *stercoraire,* le sterculier, le fruit du jaquier; 4° *urinaire,* plusieurs polygala; 5° *putride,* la stapélie variée; 6° *alliacéo-fétide,* l'*assa fœtida;* 7° *muriatique,* celle du *fucus vesiculosus* et des plantes qui croissent dans la mer; 8° *vermifuge,* la tanaisie, les mille-feuilles; 9° *vireuse,* la belladone, la stramoine, le pavot; 10° *nauséabonde,* le *chenopodium vulvaria.*

De Candolle a établi, dans les végétaux, deux catégories osmologiques qui paraissent justifiées par leur mode de production, mais elles ne sont cependant pas rigoureusement exactes. Ce sont les odeurs produites par les plantes privées de la vie, et dont la durée est presque infinie; elles augmentent plutôt qu'elles ne se détruisent par l'effet du temps; telles sont les odeurs des bois, des écorces, dues à des matériaux odorants qui sont en dépôt dans des lacunes ou dans des cellules. La seconde catégorie comprend les odeurs qui sont produites par les organes vivants et s'exhalent au fur et à mesure de la production, sans former de dépôt.

Malgré l'utilité de la classification adoptée par Desvaux, qui est établie sur des principes arbitraires, on est obligé de reconnaître

que l'osmologie ne peut, en suivant cette voie, s'élever à la hauteur d'une science; c'est à la chimie qu'il faut s'adresser pour obtenir un système de groupement méthodique plus parfait. On remarque, en effet, en étudiant les odeurs dans les associations végétales qui ont entre elles une étroite affinité, qu'elles peuvent se ranger sous un petit nombre de chefs. C'est ainsi qu'on trouve dans une partie des liliacées, des narcissées, des iridées, des orchidées, une odeur fondamentale, qui varie suivant qu'elle s'exalte ou s'affaiblit, et peut passer de la suavité la plus délicieuse à la fétidité la plus insupportable. L'odeur que Desvaux appelle *orangiaque*, et qu'il vaudrait mieux appeler *orangée*, se trouve non-seulement dans la fleur de l'oranger, mais dans celle du robinier faux acacia, de la clématite des haies, et d'un grand nombre d'autres plantes. L'odeur caryophyllacée n'est pas propre seulement à la fleur du gérofflier, mais encore à la giroflée, à l'œillet, à la racine de benoîte; l'odeur rosacée se trouve dans la rose, dans les *pelargonium rosa* et *capitatum* et la gesse tubéreuse. Il y a donc un petit nombre d'odeurs fondamentales.

Nous devons chercher la véritable classification des odeurs dans la composition chimique des principes odorants; nous y retrouverons la plus grande partie des divisions adoptées par les savants qui se sont occupés d'osmologie, mais avec moins d'incertitude.

Ainsi, nous trouverons dans les *substances albuminoïdes* l'odeur féviaire; l'odeur mellacée, dans les *sucres* et la *mannite* qui se trouvent dans un grand nombre de végétaux; l'odeur vineuse, dans ceux qui contiennent des principes qui, sous l'action de la fermentation, se convertissent en *alcool;* l'odeur acide, dans les produits *alcooliques oxygénés,* et dans la série des acides végétaux; l'odeur nucléacée, expression vicieuse qui aurait pu être remplacée par le mot *amygdalée*, dans les produits *cyanhydriques;* l'odeur résineuse, dans les *essences hydrocarbonées*, qui comprennent aussi l'odeur citronnée et l'orangiaque, et la série du térébène; les *essences oxygénées* comprennent les séries camphrée, balsamoïde et balsamique, dues au benjoin; la *série cinnamique* comprend des odeurs qui font partie des espèces ci-dessus établies par Desvaux; l'épicéo-aromatique rentre dans cette série, puisque la cannelle est la génératrice de la série cinnamique; la *série anisique* et la *série cuminique* renferment une partie des produits odorants des ombellifères et de quelques magnoliacées; la *série eugénique* répond à l'espèce caryophyllacée;

les *essences sulfurées* répondent aux odeurs piquantes et alliacées, et comprennent une partie des plantes de la famille des crucifères; la *série coumarique* répond à l'odeur mélilotique.

C'est là, croyons-nous, la seule voie dans laquelle il faut chercher la classification des odeurs. Tout ce qui sera fait en dehors de cette base, quelque ingénieux qu'il soit, sera arbitraire. Il reste donc à reprendre toute l'osmologie et à la soumettre à l'épreuve de l'analyse des principes élémentaires; on aura alors fait prendre à cette branche de la science la place qu'elle doit occuper dans la botanique; car, l'examen superficiel, l'étude même du mode particulier de sécrétion propre à chaque système d'odeurs, ne peuvent rien apprendre sur la nature intime des odeurs, et surtout sur leur action physiologique. L'osmologie est une étude qui mérite d'autant plus de fixer l'attention des hommes de science, que la médecine emploie dans la thérapeutique les principes odorants des végétaux, et qu'il lui importe d'en connaître la nature pour en apprécier les effets.

CHAPITRE X

DES SAVEURS DANS LES VÉGÉTAUX

La saveur, ou l'impression produite par les corps sapides sur l'organe de la gustation, dont la sensibilité est due aux nerfs de la cinquième paire qui viennent s'épanouir dans la muqueuse de la langue, étant une des conséquences de leur mode de composition, et l'étude des propriétés sapides étant aussi utile que celle des odeurs, nous donnerons à ce chapitre une étendue proportionnée à son importance. Nous consacrerons des articles spéciaux à ces deux propriétés pour appeler l'attention sur deux sujets trop négligés, et qui sont cependant les conséquences des fonctions physiologiques des plantes. Si l'osmologie est importante, même comme moyen de diagnose, la *chymologie* (de χυμός, *sapor*) ne l'est pas moins : elle constate, en effet, des identités de nature qui ne peuvent manquer d'intérêt, puisqu'elles permettent de généraliser les propriétés des plantes, et montrent que les grands groupes, dans des qualités physiques semblables, unissent la plus grande partie des êtres qui les composent.

Les végétaux agissent, la plupart du temps, sur l'odorat en même temps que sur le goût, tant par le rapprochement des organes qui sont le siége de ces deux fonctions, que par la nature même de l'impression, qui n'est, comme toutes les sensations physiques, qu'une tactilité transformée. La sapidité suppose toujours la solubilité du principe sapide, car dès qu'une substance est entièrement insoluble, elle est dépourvue de saveur. C'est à tort qu'on a prétendu que la saveur n'est pas une propriété inhérente aux corps, mais une manière d'être des nerfs de la langue, variable suivant la nature des corps. La saveur dépend, il est vrai, du mode de sensation exercé sur l'organe du goût par les corps sapides; mais cette même sensation dépend de la composition moléculaire des corps et constitue leurs propriétés.

A part les cas particuliers d'idiosyncrasie, l'impression gustative

est la même chez tous les hommes : l'habitude seule peut modifier les appétences; mais l'appréciation de la qualité sapide est identique. Il faut cependant une éducation de l'organe du goût pour la détermination des saveurs, et cette finesse de tact ne s'acquiert que par l'habitude : c'est souvent même un guide plus sûr que les analyses minutieuses, témoin les dégustateurs, qui reconnaissent, tant à l'odorat qu'au goût, les vins des crus les plus variés, et qui y distinguent des différences caractéristiques qui échappent à ceux dont le goût n'est pas exercé.

Le climat influe beaucoup sur le développement des qualités sapides, et l'exposition, la saison, la culture transforment les propriétés des végétaux de manière à les rendre méconnaissables. Dans les climats méridionaux, les végétaux acquièrent des propriétés exaltées quand elles ont pour base des huiles essentielles, des résines; mais il paraîtrait que les essences sulfurées se développent en raison inverse de la chaleur; car, dans le Nord, les crucifères sont beaucoup plus piquantes que dans le Sud, et les différentes espèces du genre *allium* deviennent plus douces sous l'influence d'un climat plus chaud. C'est ainsi que l'oignon d'Espagne, doux et sucré quand il a crû sous le ciel de la Péninsule, redevient âcre et fort sous notre climat, et l'ail commun est moins fort en Grèce que chez nous.

Les deux grands phénomènes modificateurs, dus tant à l'exposition qu'à la culture, sont l'hypertrophie et l'atrophie : c'est-à-dire le développement excessif des parties, venant de l'augmentation de la quantité de l'eau de végétation, ce qui diminue les propriétés actives des plantes et les rend propres à l'alimentation, comme cela se voit dans les crucifères, les ombellifères, les fruits, qui, d'âcres ou acerbes, deviennent doux et d'une agréable sapidité ; autrement c'est la concentration des principes actifs par diminution de volume.

Les plantes médicinales varient de propriété par la culture, et perdent une partie de leur activité. C'est ainsi que l'aconit napel de nos jardins, quoique dangereux encore, n'a pas le haut degré de puissance vénéneuse de celui qui croît à l'état sauvage, et le *nephrodium filix mas,* dont l'huile essentielle est employée avec tant de succès dans la destruction du tænia, ne jouit de ces propriétés que quand il a crû sur les montagnes : dans les plaines, il est presque inerte.

Le goût des végétaux change aussi aux différentes époques de leur vie. Dans leur jeunesse, on mange les premières pousses d'un grand nombre de plantes, qui répugneraient quand elles ont acquis tout leur développement ; ce qui explique pourquoi on peut manger, dans leur premier âge, des végétaux qui sont, dans leur âge adulte, ou des poisons violents, ou des plantes de tissu résistant et de saveur acerbe : tels sont le houblon, les asperges, les bambous, la renoncule scélérate, la *clematis flammula*.

Les fruits sont au contraire acerbes dans leur jeunesse, et doux et savoureux lorsqu'ils ont acquis tout leur développement. Il faut même, pour certains, comme la nèfle, qu'ils aient subi un commencement de décomposition.

Toutes les parties d'une même plante sont loin d'avoir une même saveur : les fruits de la ronce sont doux et sucrés, tandis que la racine en est acerbe, par suite de la présence du tannin. Il importe donc de connaître à quel moment et dans quel état il faut cueillir les végétaux, et quelle partie il faut employer de préférence à toute autre.

Les anciens, par suite de leur prédilection pour la théorie des nombres, avaient établi sept saveurs, comme ils avaient établi sept odeurs. Cette doctrine, tout empirique, domina longtemps, et nous ne pouvons même, malgré les progrès de la science, échapper à ces coupes arbitraires, qui répondent à des sensations qui se reproduisent identiques et affectent le goût de la même manière. Ce sont : 1° le doux, 2° le gras, 3° l'acide, 4° l'âcre, 5° l'austère, 6° l'acerbe, 7° le salé.

L'école de Salerne distinguait neuf saveurs groupées par trois, et réunies sous trois classes. Cette classification, qui diffère peu de celle adoptée par les anciens, a fait longtemps autorité, et les grandes divisions adoptées par cette école célèbre se retrouvent dans les traités de pharmacologie de la fin du siècle dernier : de nos jours même on parle encore des semences froides, chaudes, etc. La classification salernitaine, qui se rapproche de celle de Galien, est fondée sur les mêmes principes; ce sont :

1° Les *saveurs chaudes :* l'âcre, l'amer, le salé alcalin ;

2° Les *saveurs tempérées :* l'aqueux, le doux, le gras;

3° Les *saveurs froides :* l'acide, l'austère, le salé acide.

Abercromby avait ingénieusement défini la sensation produite sur

le goût par les substances sapides. Il s'exprime de la manière suivante :

L'*acide* pénètre la langue sans chaleur.
Le *doux* enduit la langue avec volupté.
Le *gras* enduit la langue sans volupté.
Le *salé* déterge la langue sans contraction.
L'*amer* déterge la langue avec exaspération.
L'*âcre* ronge la langue avec chaleur.
Le *styptique* dessèche la langue avec contraction.
L'*insipide* ne produit aucune impression sur la langue.

Linné (*sapor medicamentorum*, J. Rudberg) avait adopté onze saveurs auxquelles il ramenait l'impression produite par les substances sapides :

1° La *saveur sèche* produite par les substances insipides, dépourvues de suc propre, avides d'eau : les écorces, la poudre de lycopode, les *gnaphalium ;*

2° La *saveur aqueuse*, donnée par les substances remplies d'humidité, et presque insipides : les épinards, le pourpier, la laitue, les racines de scorsonère et de salsifis, celles des navets, des choux ;

3° La *saveur visqueuse*, celle des substances mucilagineuses et glutineuses, presque insipides : les gommes, les malvacées, les jujubes, les semences de coing, de *psyllium ;*

4° La *saveur salée*, qui agit comme irritant sur les organes du goût, brûle comme du feu les endroits excoriés et se mêle aux liquides : la soude, la salicorne, quelques chénopodiées;

5° La *saveur acide*, dont l'impression est à la fois piquante et agréable : les groseilles, l'épine-vinette, les oxalis, l'oseille, le citron ;

6° La *saveur styptique austère*, composée d'acide et de sec ; elle agit sur l'organe de la gustation en le contractant : les fruits verts, le sang-dragon, la bistorte, le coing, les fruits du prunellier, l'olive ;

7° Les *saveurs douces*, les plus agréables et celles qui produisent la sensation la plus exquise sur l'organe du goût : le sucre, le miel, la manne, les dattes, les figues ;

8° Les *saveurs grasses*, qui ont pour base un principe huileux, doux, presque insipide, et se convertissant en émulsion par leur mélange avec l'eau : les huiles ;

9° Les *saveurs amères*, désagréables, qui excitent par la mastica-

tion, la sécrétion salivaire : la coloquinte, la gentiane, l'absinthe;

10° Les *saveurs âcres*, qui corrodent, avec plus ou moins de force, la fibre vivante : les *arum*, la pyrèthre, les *sedum*, le poivre.

11° Les *saveurs nauséeuses*, produites par les substances qui ne sont pas plutôt dans la bouche qu'elles sollicitent la régurgitation : la gratiole, l'ipécacuanha, le muguet, l'*asarum*.

Adanson groupa les saveurs d'une autre manière, quoiqu'en adoptant des divisions semblables, et les opposa les unes aux autres; ce qui est plus méthodique, quoique son mode de classification soit sujet à critique :

Insipide	Aqueux.
Salé acide	Alcali.
Doux	Acre.
Gras	Austère.
Visqueux	Acerbe.
Acide	Amer.

Ce qu'on peut reprocher à toutes les classifications, c'est leur caractère absolu. Les saveurs y sont considérées comme essentiellement simples, et les auteurs ne paraissent pas avoir tenu compte des combinaisons binaires ou même ternaires; dans les saveurs simples même il y a des degrés différents qui sont autant de passages d'une saveur bien prononcée à une autre, marqués par des nuances souvent peu sensibles. Parmi les saveurs binaires, il faut citer la douce-amère, qui commence par produire sur l'organe du goût une impression d'amertume qui ne tarde pas à faire place à la sensation du doux ou du sucré; dans l'ail commun, l'âcreté mordante se trouve mêlée au visqueux. Le tubercule de l'orobe tubéreux est styptique et sucré; il présente, même en en analysant la saveur, une triple sensation : quand on mâche un tubercule d'orobe, la première impression est celle d'une légumineuse verte, elle est herbacée; puis, au bout de dix à douze secondes, elle devient aussi sucrée que la réglisse; quand cette saveur est passée, on perçoit le goût styptique mêlé d'amertume. L'anis offre encore un exemple de la combinaison ternaire : la première impression est aromatique et chaude; elle devient âcre ensuite, puis elle finit par le sucré.

La dégradation des saveurs est également bien sensible. Ainsi, entre l'amertume si prononcée de la gentiane ou du ményanthe, celle si durable de l'absinthe et si fugace de la douce-amère, il y a

toute une échelle de décroissement dont l'intermédiaire est la petite centaurée ou la fumeterre.

La persistance des saveurs ne répond pas toujours à une unité de sensation; il y a même une grande différence entre la nature de l'impression produite; tantôt c'est la pointe seule de la langue qui perçoit la saveur, d'autres fois ce sont les bords, ou bien, quoique la gustation ait eu lieu par la pointe de la langue, la sensation est vivement perçue par l'arrière-bouche, sans que les parties qui ont servi d'appareils de translation soient en rien affectées. Les euphorbes, les sumacs, agissent de cette manière et causent une vive et durable inflammation de l'arrière-bouche.

D'autres fois, la substance sapide n'agit pas instantanément et la sensation ne s'éveille qu'au bout d'un certain temps. Les renonculacées sont dans ce cas; mais ce phénomène est plus sensible dans les aroïdes. L'*arum maculatum* et les *arum* exotiques, le *calla palustris*, ne produisent d'abord aucune impression; puis, au bout de quelques minutes, on commence à sentir une vive douleur qui est très-durable. Le fourmillement étrange, produit, dans la bouche et surtout dans les gencives, par les sommités des *spilanthus*, ne commence qu'au bout de vingt-cinq à trente secondes et dure un quart d'heure. La durée de l'impression varie également depuis quelques minutes jusqu'à plusieurs heures. L'irritation du voile du palais et de l'arrière-bouche, produite par le suc laiteux des euphorbes, se prolonge souvent pendant toute une journée. On peut mettre la sensation produite par certaines solanées au nombre des sensations passagères. Bien que les classifications soient impuissantes à déterminer, d'une manière exacte, les rapports de dégradation qui existent entre les saveurs de même nature, elles doivent cependant mériter l'attention, et il faut, quelque arbitraires que soient ces données, les soumettre à une étude consciencieuse, en s'appuyant sur les données chimiques, les seules qui puissent fournir des bases positives. Cette branche de la science est neuve, car on n'a jusqu'à présent établi les méthodes que sur des bases empiriques.

La classification la plus complète, bien qu'elle soit fondée sur la simple impression que les corps sapides produisent sur les organes gustatifs, est celle de Desvaux, qui les divise en deux genres : les *saveurs insipides* et les *saveurs sapides*.

1° Les *saveurs insipides* comprennent cinq espèces : 1° la *saveur*

fade; 2° la *saveur sèche*; celle des substances amylacées et des substances pulvérulentes non solubles; 3° la *saveur aqueuse*, le pourpier; 4° la *saveur visqueuse*, les malvacées, la consoude; 5° la *saveur grasse*, l'amande.

2° Les *saveurs sapides* en comprennent cinq : 1° la *saveur douce*, les fruits dans lesquels ne dominent ni l'acide, ni le sucre; 2° la *saveur sucrée*, la canne à sucre, les dattes; 3° la *saveur acide*, les *rumex*, l'épine-vinette; 4° la *saveur acerbe*, les fruits du prunellier; 5° la *saveur styptique* (*austère* ou *astringente*), la noix de galle, la bistorte, la tormentille; 6° la *saveur saline*, la criste marine, les soudes; 7° la *saveur âcre*, l'*erigeron acre*; 8° la *saveur piquante* ou *poivrée*, le poivre, le piment, la menthe poivrée; 9° la *saveur nauséeuse*, la racine d'ipécacuanha, les feuilles du séné; 10° la *saveur amère*, le simarouba, la gentiane; 11° la *saveur caustique* ou *brûlante*, les daphnés, les *arum*, les pyrèthres.

Cet auteur, qui a insisté sur un des points les plus négligés de notre éducation, celle des sens, qui restent presque toujours obtus, donne, pour servir de guide dans la recherche des saveurs, les exemples suivants, dans lesquels on trouve la plupart des groupes qu'il a établis :

L'eau pure	donne	l'aqueux.	La bile	donne	l'amer.
L'amidon	—	le sec.	La prunelle	—	le styptique.
La gomme	—	le visqueux.	Le vinaigre	—	l'acide.
L'huile	—	le gras.	La moutarde	—	l'âcre.
Le sucre	—	le sucré.	Le tabac	—	le nauséeux.
Le sel	—	le salin.			

Pour donner un exemple de la méthode à suivre dans la recherche du meilleur mode de classification des saveurs considérées sous le rapport de leur composition chimique, nous rapporterons à chacune des espèces établies par Desvaux le principe qui détermine la saveur des substances sapides. Il faut d'abord éliminer les trois espèces : *fade, sèche, aqueuse*, qui sont des saveurs négatives, quand elles sont pures, ce qui n'arrive pas toujours; car le fade peut être visqueux, le sec gommeux, l'aqueux légèrement acidulé ou amarescent, et n'établir qu'un seul groupe, celui des substances sapides et des saveurs positives, parmi lesquelles il faut replacer les saveurs *grasses* et *visqueuses*.

La cellulose, dans laquelle il faut comprendre les principes immédiats qui en dérivent, est la base des corps *non sapides*, puisqu'elle

est insoluble dans l'eau : la matière amylacée, également insoluble, est dans le même cas, et sa saveur sèche tient à son insolubilité.

La *saveur visqueuse* est due aux substances albuminoïdes, aux gommes, au mucilage végétal et à l'amidon transformé. La pectine et ses dérivés, ou le principe gélatineux des fruits, rentrent dans cette catégorie.

La *saveur douce*, premier degré de la *saveur sucrée*, dont on ne peut la séparer, est due à la présence du sucre, de la mannite, de la glycose.

La *saveur grasse*, qui est une variété de la saveur douce, est le produit des huiles auxquelles n'est mêlée aucune essence âcre ou piquante.

La *saveur vineuse* ou *alcoolique*, dont aucun auteur n'a fait mention, mérite cependant de prendre place dans une chymologie : elle est due à la présence de l'alcool, développée par la fermentation dite alcoolique.

La *saveur acide* est celle de tous les acides végétaux qui se trouvent dans les fruits rouges, ceux des aurantiacées, les herbes acidules et les vins.

La *saveur acerbe*, qu'on peut réunir à la *saveur styptique*, est due surtout à la présence du tannin et de l'acide gallique.

La *saveur saline*, aux sels de soude contenus dans les végétaux qui sont surtout marins, tels que les genres *salsola* et *salicornia*.

La *saveur âcre* appartient à plusieurs séries, aux essences sulfurées, qui se trouvent dans les liliacées âcres et les crucifères, et dans certains alcaloïdes. Les différentes essences oxygénées, qui sont extraites des fruits des ombellifères et de toutes les parties des labiées, sont âcres quand elles sont concentrées.

La *saveur caustique* paraît être une simple variété de la saveur âcre : car les principes âcres, élevés jusqu'à un certain degré de concentration, deviennent caustiques.

La *saveur piquante* est due au pipérin, à certaines huiles essentielles, dans lesquelles cette impression est unie à la saveur aromatique. Elle se trouve aussi bien dans les essences oxygénées que dans les hydrocarbonées, et les essences sulfurées des crucifères contiennent des principes qui exercent sur l'organe du goût la saveur poivrée.

La *saveur amère* est due à des principes immédiats de différente

nature : tels sont le gentianin, la picrotoxine, la rhamnine, à diverses résines dont le principe amer n'a pas été isolé, et à certains alcaloïdes, comme ceux extraits du quinquina, de l'opium, de la noix vomique, etc., etc.

La *saveur nauséeuse* est, comme la saveur amère, due à des principes différents, mais surtout à des alcaloïdes extraits des solanées et des rubiacées.

Les différentes impressions produites par une substance ne sont pas tellement absolues, qu'elles agissent constamment de la même manière. La saveur piquante peut devenir brûlante, âcre, amère, nauséeuse même ; la saveur douce et sucrée peut devenir également nauséeuse sans avoir aucune qualité âcre ou brûlante ; la saveur grasse peut devenir visqueuse ; celle-ci, douce et sucrée ; la sucrée peut passer à la saveur vineuse ou acide ; l'acerbe au styptique. Une saveur peut participer de plusieurs autres, ce qui tient à ce que les corps sapides ne doivent pas leurs propriétés à une substance simple et unique ; mais ils présentent des combinaisons multiples. Des principes différents peuvent se trouver réunis dans une même plante, et leurs propriétés varient suivant le degré de concentration des principes qui constituent leur sapidité.

Il reste à savoir, ce qui est entièrement du domaine de la chimie, si les substances qui produisent, sur le goût, des impressions semblables, n'ont pas une même formule générale ; en d'autres termes, si une composition et une association moléculaires semblables ne correspondent pas toujours à une impression gustative identique. Les saveurs ne peuvent, au reste, être considérées que sous leur apparence la plus générale : c'est ainsi qu'à la gustation les trois gommes, *arabine*, *cérasine* et *bassorine*, quoique ayant pour formule $C^{11} H^{11} O^{11}$, affectent le goût d'une manière différente, l'impression générale seule est la même ; c'est le visqueux qui domine et l'emporte sur les autres phénomènes de sapidité.

Les sucres offrent un exemple plus frappant des rapports qui existent entre les saveurs et la composition chimique. Les sucres de canne, qui se trouvent dans la canne à sucre, la betterave, le maïs, la séve des érables, la carotte, ont, avec une même composition chimique semblable, une même saveur. La formule de ces sucres est $C^{12} H^{11} O^{11}$; celle du sucre de fruits, qui correspond à la formule $C^{12} H^{12} O^{12} + 2aq$, donne à cette espèce de saveur, qui répond ce-

pendant à l'impression qu'on appelle *saveur sucrée*, un goût différent; il en est de même du sucre de raisin, dont la composition correspond à la formule $C^{12} H^{12} O^{12} + 2aq$ et qui a une saveur particulière. Si l'on ramène à une formule semblable, comme cela se voit pour le sucre de raisin, qu'on transforme par la chaleur ou d'autres agents en sucre de fruits, les sucres appartenant à ces trois espèces, aussi distinctes par le goût que par la composition, on arrive à une identité d'impression. C'est sur ce sujet qu'il convient d'appeler l'attention des chimistes, auxquels revient la tâche de découvrir si les formules ou la composition chimique et les saveurs ne se correspondent pas constamment. Ce serait un grand pas de fait dans la connaissance de la propriété des substances végétales, que de déterminer les rapports de composition et d'impression gustative ou de sapidité.

Toutefois, on sait qu'il existe des corps dont la composition est la même, et qui sont représentés par la même formule atomique qui, cependant, jouissent de propriétés physiques distinctes, et parmi celles-ci les propriétés organoleptiques sont placées au premier rang; telles sont la plupart des essences hydro-carbonées; l'amidon et la dextrine, l'éther éthylformique et l'éther méthylacétique, etc., etc.

Il résulte de l'étude des saveurs, que les composés ternaires neutres sont ceux qui ont le moins de sapidité, et ce sont, en général, ceux qui sont le plus propres à la nutrition; les composés quaternaires, dans lesquels on signale la présence de l'azote, et qui sont également neutres, jouissent à un plus haut degré de propriétés nutritives : telles sont les substances albuminoïdes; toutefois elles sont, en général, peu sapides et leur saveur n'est jamais exaltée; cependant, dès que les composés ternaires ou quaternaires cessent d'être neutres, que l'oxygène y domine, qu'il y a excès d'azote, ou un autre corps en prédominance, la sapidité commence et le jeu des saveurs se multiplie à l'infini.

Il est intéressant de remarquer que les composés ternaires neutres, ainsi que les quaternaires neutres, présentent la quadruple association des corps isomères alibiles.

Composés ternaires isomères neutres :

Cellulose.	Amidon.	Dextrine.	Gomme.

Composés quaternaires isomères neutres :

Fibrine.	Albumine.	Caséine.	Gluten.

On a donné aux substances alimentaires tirées de ces deux groupes les noms d'*aliments plastiques* et d'*aliments respiratoires*. Les premiers contiennent de l'azote : ils possèdent la propriété de se transformer en sang, et fournissent ainsi les éléments des tissus et des organes; les seconds servent uniquement à entretenir la respiration et à produire la chaleur animale.

Aliments plastiques :

Fibrine.	Albumine.	Caséine.	Gluten.

Aliments respiratoires :

Amidon.	Dextrine.	Gomme.	Pectine.

Telles sont les bases de la chymologie ou science des saveurs. C'est, en en étudiant les lois, ou en les pratiquant empiriquement, qu'on arrive à faire prendre place, parmi les substances alimentaires ou condimentaires qui figurent sur nos tables, à des végétaux qui seraient ou vénéneux ou d'une saveur désagréable.

CHAPITRE XI

EXCRÉTION

Les fonctions vitales impliquent nécessairement une double action, une véritable polarité, comme si la vie ne pouvait exister sans qu'il y ait sans cesse deux actions opposées, qui sont les deux conditions indispensables de tout phénomène physiologique ; ainsi, l'élaboration première des matériaux de nutrition se compose du double phénomène :

Absorption. Exhalation.

Résultat :

Séve élaborée.

La mise en action de la séve élaborée se compose, à son tour, de deux actions :

Assimilation. Excrétion.

Résultats :

Sécrétion et nutrition.

Il en est du corps organisé végétal comme du corps animal : dès qu'il a puisé, dans les agents ambiants, tous les matériaux qui pouvaient servir à son alimentation, il les élabore et les concrète, en éliminant, par l'exhalation, tout ce qui était superflu, et quand la séve élaborée est produite, qu'il en a séparé, par la sécrétion, tous les matériaux alibiles, il rejette tout ce qui est impropre à la vie. C'est ce qu'on appelle *excrétion*. Il ne faut pas croire, cependant, qu'il en soit des végétaux comme des animaux. Ces derniers ont une cavité spéciale pour recevoir le bol alimentaire, qui, en circulant de proche en proche dans le tube intestinal, y devient de plus en plus semblable aux molécules de l'organisme avec lequel il est mis en rapport, et les matières excrémentitielles ne sont rejetées, au dehors, qu'après avoir parcouru tout le tube digestif, dont les vaisseaux absorbants ont aspiré tout ce qu'il y peut rester de propre à

l'entretien de la vie. Il s'en faut beaucoup qu'il en soit de même des végétaux : ils n'ont pas d'appareil d'élaboration spécial pour les matériaux qui servent à la préparation des éléments qui doivent augmenter ou renouveler les tissus, et le procédé paraît assez simple pour échapper à nos regards. La génération des cellules est un phénomène qui a sans doute siégé dans la cellule même. Si l'on étudie avec soin le phénomène de l'excrétion, on verra que ce ne sont que les glandes dans lesquelles on puisse jusqu'à un certain point l'étudier. Il est cependant nécessaire que les parties constituantes, inassimilables de la sève élaborée, soient rejetées au dehors comme l'ont été les produits de la sève ascendante, qui étaient impropres à être convertis en séve élaborée. Si les voies par où s'échappent les matières gazeuses rejetées par exhalation sont connues, il n'en est pas de même des voies d'excrétion quand elles n'ont pas lieu par des appareils glandulaires, qui sont plutôt des appareils de sécrétion que d'excrétion. On en peut dire autant des poils glandulaires dont le sommet renflé est le siége de l'excrétion. Dans la fraxinelle, ce sont de petits poils glanduleux excrétant l'huile volatile qui forme autour de la plante une atmosphère inflammable. Il en est de même des poils des *loasa* et des malpighiacées. Dans les autres cas, quand les surfaces ne portent ni glandes, ni poils glanduleux, l'excrétion ne peut avoir lieu qu'à travers les pores de l'épiderme ou les stomates, même aussi à travers les mailles des tissus.

On a confondu, bien à tort, avec les excrétions, lés sécrétions de gomme, de cire, de vernis, de matière albumineuse, qui recouvrent les bourgeons, les fruits, les tiges, les végétaux marins. Il reste à savoir si ces exsudations servent aux besoins de la vie, ou si elles sont purement accidentelles. On reconnaît bien dans les bourgeons des marronniers d'Inde, des peupliers, que l'enduit visqueux qui couvre leurs écailles, peut avoir pour effet de les défendre contre l'humidité et le froid de l'hiver et du printemps; mais les végétaux dont les bourgeons ne sont pas enduits de ce vernis n'en sont pas moins à l'abri du froid, et l'on ne peut s'expliquer l'utilité de cette sécrétion dans le *silene viscaria*, la fraxinelle, etc. La poussière glauque de la nature de la cire, qui recouvre les feuilles du chou et de certains fruits, ne paraît avoir aucune raison d'être. Il ne faut pas confondre, avec l'excrétion, les produits variés dont la production est le résultat de la piqûre des insectes.

On regarde cependant comme des excrétions particulières, ayant leur siége dans de petits organes excréteurs, la viscosité des caryophyllées à tige gluante, et qui paraît être de la même nature que la glu tirée du houx, et la cire, si abondante à la surface des feuilles du peuplier, qu'on avait établi en Italie une manufacture ayant pour but de l'extraire pour en faire un objet de commerce. Plusieurs palmiers des tropiques en sécrètent aussi, de même que les fruits du *myrica cerifera*, qui en contiennent le neuvième de leur poids.

On ne peut encore regarder comme des excrétions les substances rejetées au dehors, parce qu'il y a, à l'intérieur, sécrétion surabondante; on peut ranger dans cette catégorie les excrétions de sucre pur et cristallisé qui se trouvent à la surface de certains végétaux : telle est la concrétion sucrée de la division supérieure de la corolle du *rhododendrum Ponticum*, qui est assez abondante pour que 140 fleurs en aient donné 275 centigrammes; l'appendice concave du *strelitzia reginæ* contient également du sucre cristallisé. Le *laminaria saccharina*, espèce de la famille des algues, se couvre d'une efflorescence sucrée, qu'on a prise pendant longtemps pour de la mannite, mais qui est formée par des substances neutres ternaires, se rapprochant de la mannite, et que l'on a désignées sous les noms d'*erytrite* et de *pinite*.

La manne en larmes qui découle, spontanément ou à la suite d'incisions, du *fraxinus ornus* de la Calabre et qui est peut-être due à la piqûre d'une espèce de cigale, celle qui est produite par le *tamarix mannifera*, l'*alhagi Maurorum*, celle du mélèze, sont des extravasions plutôt que des excrétions.

On ne doit donc pas donner le nom d'*excrétions* à des produits exsudés, qui ne sont pas repris par les sécrétions et subissent, sous l'influence de l'air, la condensation propre à des matières dont le liquide aqueux s'échappe par évaporation.

Si nous avons éliminé du nombre des excrétions les matières sécrétées et transsudées, il reste donc la théorie de l'excrétion des racines. Si cette théorie, qui satisfait l'esprit, et semble confirmer ce qui a été dit touchant la polarité des fonctions dans les êtres vivants, était confirmée par l'expérience, on connaîtrait mieux le rôle physiologique de l'appareil radiculaire et la vie du végétal. La racine, qui a fourni, à la tige, les premiers matériaux de nutrition, serait alors le siége de l'excrétion véritable. Il est de science certaine, que

la sève élaborée, dans son trajet descendant, laisse, chemin faisant, tout ce qui entre dans la composition du végétal; les huiles essentielles et les résines restent dans les lacunes de l'écorce; la sève, dépouillée dans ce parcours, arrive aux racines ne contenant que peu de principes nutritifs, et chargée, pour ainsi dire, exclusivement des sucs propres. C'est pourquoi les racines se trouvent de préférence le siége des principes médicamenteux.

Le résidu de la sève serait alors rejeté au dehors, et apparaîtrait à l'extrémité des racines sous une forme mucilagineuse. Ce serait là la véritable excrétion de la plante. La seule preuve qu'on apporte de la réalité de cette théorie repose sur les expériences de M. Macaire, qui a fait absorber, par une plante, des solutions métalliques qui se retrouvaient ensuite, suivant lui, dans l'eau pure, où l'on avait plongé la racine; ce qui portait naturellement à conclure, que la plante avait éliminé, par cette voie, les substances inassimilables. Ce qui jette du doute sur ce point, encore si obscur, de la science, c'est que d'autres expérimentateurs, ayant cherché à répéter l'expérience, n'ont pas retrouvé, dans le liquide, la substance charriée par absorption dans le torrent de la circulation, et qui, ne trouvant nulle part à s'assimiler, aurait dû, conformément aux conclusions de M. Macaire, repasser dans le liquide.

On peut, au reste, répéter les expériences déjà faites, pour se convaincre de la réalité de cette théorie. De jeunes haricots, placés pendant quelques jours dans de l'eau distillée, la saturent, dit-on, de matière excrétée, et l'on recommande de mettre chaque jour une plante nouvelle dans l'eau, pour en éviter la décomposition. M. J. S. Henslow, dans son *Traité des principes de botanique descriptive et de physiologie* (*The principles of descriptive and physiological botany*), publié en 1835, prétend que, suivant les familles, les excrétions sont différentes. Ainsi les papilionacées contiendraient une matière mucilagineuse abondante; les graminées, au contraire, n'en contiendraient que fort peu; les chicoracées excréteraient une matière amère, analogue à l'opium, et les euphorbiacées une matière résineuse.

Il faut regarder ces assertions comme douteuses. Quoi qu'il en soit, l'excrétion de la plante a-t-elle positivement lieu? comment, et par quelle voie, sous quelle forme? c'est ce qu'on ignore et ce que, sans doute, des observations ultérieures nous apprendront.

CHAPITRE XII

ASSIMILATION

La question de l'accroissement et de l'entretien de la vie, dans les végétaux, est une des plus ardues de la physiologie végétale, et nous n'en savons guère plus sur ce point que sur la physiologie animale, où tout est incertitude. La vie ne se continue, cependant, que par la mise en œuvre des matériaux de nutrition qui ont subi les divers degrés d'élaboration dont il a été question dans les chapitres précédents.

Le fluide nourricier, charrié dans toutes les parties de la plante, sert à leur accroissement ou à la réparation des pertes qui résultent de l'activité des fonctions vitales. La dernière de ces fonctions, celle qui préside à la création ou à la régénération des tissus, porte le nom d'*assimilation* : elle agit en vertu de lois qui nous sont inconnues. Ce que nous suivons de l'œil et de la pensée, c'est la transformation successive des premiers fluides nourriciers en matériaux d'assimilation. Nous ne chercherons pas à expliquer ce phénomène, qui est encore enveloppé de mystère. Tant que nous ne connaitrons pas le véritable mode d'accroissement des cellules, nous serons dans l'ignorance réelle de la transformation des matériaux de nutrition en tissu. Il semble cependant que le mode primitif, le plus naturel, est celui des végétaux inférieurs. Dans les conferves, les spores ovoïdes se multiplient par une sorte de dédoublement : il se forme une cloison au milieu de la cellule, et celle-ci se trouve doublée quand la cloison est complète. Dans les mêmes végétaux il y a aussi la multiplication ou l'accroissement par gemmation ; car dans les êtres de cette classe, les deux mots sont synonymes; il se forme un bourgeon latéral qui reste en rapport avec la cellule mère et se trouve, ensuite, séparé par un étranglement qui le rend indépendant. Il faut étudier l'accroissement des cellules dans les conferves, les *zygnema*, les oscillaires, les *bangia*, et ces infiniment petits qui se rapprochent des animaux, à tel point que leur place est encore incertaine. La multi-

plication a lieu sans doute comme dans les infusoires, par dissolution du corps générateur, qui se divise à l'infini.

Le premier fait à examiner est donc celui de l'accroissement particulier des organes élémentaires, puis la transformation de ceux-ci en organes fondamentaux.

Nous avons parlé, dans le chapitre premier du second livre, de la génération des cellules, et exposé la théorie de M. Schleiden ainsi que celle de M. de Mirbel : il nous reste maintenant à parler de la formation des faisceaux fibro-vasculaires, autrement dit de l'organisation de la partie ligneuse, qui constitue l'accroissement des tiges.

Dans cette grande et intéressante question qui va faire l'objet du dernier chapitre de ce volume, des écoles rivales sont en présence. Nous ferons en sorte de montrer avec impartialité le point de départ, la marche de chacune. Nous ne perdrons pas même de vue que celui auquel l'avenir de la science ne donnerait pas raison, serait encore un glorieux vaincu qui aurait servi au développement du mérite de son adversaire en le combattant, et que c'est du choc des opinions diverses que l'éclair se dégage. Disons tout de suite qu'il faut savoir gré aux opinions qui faiblissent avec dignité après avoir été longtemps victorieuses avec convenance, et que leurs concessions successives, bien que faites avec une certaine réserve, ont une valeur d'autant plus grande que leur point de départ était plus éloigné de ce qui sera un jour la vérité sans conteste.

CHAPITRE XIII

ACCROISSEMENT DES TIGES[1]

Toute tige ou branche naît d'un germe, embryon ou œil, et, en se développant, elle s'accroît en même temps en longueur et en diamètre.

Pendant la première année, la tige s'allonge par toute sa longueur, à peu près également, et non pas seulement par son extrémité ; c'est ce que démontre l'observation des faits naturels. En effet, lorsqu'un axe quelconque, tige ou branche, se développe, les feuilles qui existent, sur toute sa longueur, sont d'abord très-rapprochées les unes des autres, les supérieures beaucoup plus que les inférieures. Mais au fur et à mesure que la tige s'allonge, ces feuilles se trouvent de plus en plus espacées, et finissent par être à peu près régulièrement distancées à l'époque où cesse la végétation. A partir de ce moment, cette portion formée ne croît plus en longueur. La tige peut cependant allonger encore; mais alors par le développement de l'œil ou bourgeon qui se trouve à son sommet, et qui se développe, à son tour, en suivant les mêmes lois organiques; de telle sorte qu'une tige croît en hauteur par le développement successif du bourgeon terminal.

En même temps qu'elle s'allonge, la tige prend, pendant sa première année, une certaine épaisseur, dont l'accroissement s'arrête, comme l'allongement, à la cessation de la végétation annuelle. Les années suivantes elle s'accroît encore en diamètre, non plus par la croissance de ses anciens tissus, mais par l'adjonction de nouvelles couches ligneuses qui s'interposent, comme on le sait, entre l'écorce et la zone de bois précédemment formée.

Comment se forment ces nouveaux tissus qu'on nomme *faisceaux fibro-vasculaires,* et qui déterminent ainsi l'épaississement de la tige? Et quelle est leur origine? C'est là que la confusion commence.

1. Ce chapitre, qui conduit l'étude physiologique des organes de la végétation jusqu'aux dernières investigations de la science, est dû tout entier à M. Herincq.

Deux écoles, l'école de M. de Mirbel et l'école de M. Gaudichaud, s'agitent en sens contraires pour donner l'explication de ce phénomène, qui intéresse au plus haut point la sylviculture ou l'art du forestier.

Suivant M. de Mirbel, le *cambium* ou fluide générateur joue, dans la formation des faisceaux fibro-vasculaires, qui constituent les couches ligneuses de la tige, le même rôle que dans la formation des tissus; c'est-à-dire qu'il commence par créer les uns pour former ensuite les autres. Rien de plus simple que cette théorie : Au printemps il apparaît entre l'écorce et le bois un fluide non organisé : c'est le cambium. Bientôt après, ce fluide s'organise en une couche de tissu cellulaire; puis, des cellules prédestinées se transforment, les unes en fibres ligneuses, et les autres en trachées, vaisseaux ponctués, rayés, etc., etc.

Cette théorie, qui peut expliquer tous les phénomènes d'accroissement par la présence du cambium, et les phénomènes d'avortement par l'absence de ce fluide générateur, ne satisfait pas néanmoins complétement l'esprit; car elle ne dit nullement comment, et en vertu de quelle puissance plastique, le cambium, dont on peut admettre, jusqu'à certain point, la transformation en cellules, s'organise, d'un côté, en fibres ligneuses et en vaisseaux de différentes formes, et de l'autre en fibres libériennes et en vaisseaux laticifères. Du reste, les physiologistes de l'école du *cambium* ne sont pas eux-mêmes d'accord sur l'origine de ce fluide organisable, ni sur la manière dont il s'organise.

Pour les uns, Malpighi particulièrement, le cambium provient de l'écorce; il forme d'abord le liber, dont la couche la plus extérieure se transforme en bois. Pour les autres, en tête desquels est Grew, le cambium provient du liber; il forme directement du bois, sans passer préalablement à l'état de liber. Duhamel de Monceau, à la suite d'expériences, a conclu, mais sans décider entre Malpighi et Grew, que le bois est dû à l'écorce et se forme au moyen d'un mucilage, sécrété par le tissu cortical, qu'il a nommé, le premier, *cambium*. M. de Mirbel a successivement soutenu ces deux opinions, qu'il a abandonnées plus tard. D'après une troisième opinion, émise par Hales, c'est l'aubier qui fournit le cambium, et c'est sa partie extérieure qui se transforme en écorce. Enfin Mustel et Dutrochet ont établi que l'aubier produit du cambium, qui s'organise directement en bois pour former une nouvelle couche ligneuse, et que

le liber fournit le cambium, d'où naissent les fibres du liber.

De toutes ces opinions, il est sorti le cambium de l'école moderne, qui a modifié plusieurs fois ses principes au sujet de l'organisation de celui-ci.

Le cambium de l'école dont M. Mirbel est resté le chef, fut d'abord une substance mucilagineuse qui s'organisait à la fois, au même instant, dans toute la longueur et l'étendue de l'arbre, d'abord en tissu cellulaire, puis en fibres et en vaisseaux de toutes sortes. Plus tard les opinions se modifièrent; le cambium fut une substance mucilagineuse, descendant de la partie supérieure de l'arbre jusqu'au collet, où elle commençait à s'organiser, en remontant jusqu'au sommet, en tissu cellulaire d'abord, et presque aussitôt en fibres et vaisseaux. Enfin, dans ces dernières années, l'école du cambium, ne pouvant pas suffisamment expliquer la cause de la direction oblique et horizontale des faisceaux fibro-vasculaires, dans les étranglements spiraux des tiges, dans le bourrelet des boutures et des incisions annulaires, modifia ainsi la théorie de Duhamel et Mirbel :

Entre l'écorce et le bois, il existe toujours une couche génératrice mucilagineuse, qui s'organise ensuite en cellules rudimentaires, dont la destinée est différente. Au printemps, et pendant tout le cours de la végétation, des sucs nourriciers descendent des bourgeons ou des rameaux, transforment ces cellules, les unes en fibres, les autres en grosses cellules allongées dont les parois transversales s'oblitèrent pour former les vaisseaux, et la direction de ces fibres et de ces vaisseaux est déterminée par la direction des courants séveux qui affluent du sommet du végétal.

Ce n'est plus, comme on voit, ni le cambium s'organisant tout à coup dans toute l'étendue du végétal, ni celui qui descend du sommet jusqu'au collet pour commencer à s'organiser de bas en haut. C'est un cambium préexistant; puis des cellules génératrices, qui ne s'organisent définitivement, qu'après une sorte de fécondation opérée par les sucs nourriciers élaborées par les feuilles.

Cette théorie, la plus généralement professée, et qui est due en partie à M. Trécul, micrographe français très-distingué, paraît en opposition avec les lois dynamiques des développements. On ne comprend pas, en effet, comment un tissu générateur, composé de très-petites cellules globuleuses, peut se transformer en un tissu de cellules allongées, quand ce tissu est appliqué sur une tige qui ne

s'allonge plus et à laquelle il reste invariablement fixé. On comprendrait cette élongation des articles utriculaires composant les vaisseaux, et des fibres ligneuses et corticales, s'il s'agissait des rameaux annuels seulement, dont l'allongement se fait dans toute la longueur jusqu'au moment de la complète formation; on pourrait admettre qu'il y a là une sorte d'*étirement* qui détermine cette transformation d'une cellule globuleuse en cellule allongée; mais cette hypothèse est inadmissible quand il s'agit de l'organisation des fibres et vaisseaux, des nouvelles couches ligneuses, sur une tige constituée qui ne s'allonge plus.

Si, en outre, les fibres et les vaisseaux procédaient d'un tissu cellulaire préexistant, on devrait trouver toute la couche génératrice organisée entièrement en cellules, avant l'apparition des premiers faisceaux fibro-vasculaires, dans la zone du cambium. Or, ce n'est pas ce que l'étude microscopique montre si clairement. Ce qu'on aperçoit en examinant le cambium, au moment même de la reprise de la végétation, ce sont de gros vaisseaux appliqués exactement sur l'ancienne couche ligneuse, sans la moindre interposition de tissu cellulaire, et entourées de cellules déjà allongées dans le sens de la longueur de la tige, excepté celles qui constituent les rayons médullaires dont l'élongation a lieu dans le sens transversal. Ces gros vaisseaux ne procèdent donc pas de cellules préexistantes.

M. Mirbel, le chef de cette école, le reconnaît lui-même cependant. « Ces tubes, dit-il dans son *Traité d'anatomie et de physiologie végétale*, page 186, sont les premiers que les fluides aient ouverts dans le cambium; je les ai vus au centre de l'embryon fécondé, avant d'y pouvoir reconnaître la plus légère trace de tissu cellulaire. »

La théorie du cambium et du tissu générateur est donc impuissante à établir, d'une manière satisfaisante, un système d'organisation de faisceaux fibro-vasculaires, ou, autrement dit, des couches ligneuses annuelles.

Examinons maintenant la théorie adverse dite *théorie des phytons*.

Cette théorie fut incidemment indiquée pour la première fois, en 1708, par le mathématicien, physicien et astronome, Philippe de Lahire, père de Jean-Nicolas de Lahire, plus connu que lui comme botaniste, dans une note ayant pour objet principal, *la perpendicularité des tiges de plantes par rapport à l'horizon*, insérée dans l'*Histoire de l'Académie des sciences* (année 1708, pages 231 à 235). On

voit dans cette note que, dès l'année 1700, Lahire avait fait part de ses idées à quelques savants, et qu'il n'en avait retardé l'émission que par respect pour le docteur Dodart, qui avait exposé des opinions contraires aux siennes, moins sur ce sujet que sur les causes de la perpendicularité des végétaux; Lahire n'est qu'accessoirement amené, dans ce court écrit, à parler des causes de l'accroissement des tiges[1]. Le baron allemand Christian de Wolf, célèbre philosophe, physicien et mathématicien, qu'il ne faut pas confondre avec l'anatomiste Gaspard-Frédéric Wolff, à qui l'on dut aussi, dans le même siècle, des observations sur la physiologie végétale, porta ensuite son attention sur le même objet que Lahire le père, et consigna, en 1718, ses observations dans un opuscule intitulé : *Découverte de la véritable cause de la multiplication des grains* (*Entdeckung der wahren Ursache von der Vermehrung des Getreides*). Ces principes furent plus nettement

1. Voici, en abrégé, ce que dit Lahire sur la question qui nous occupe :

« Je suis persuadé que chaque branche qui sort d'une autre à son extrémité ou de l'aisselle d'une feuille, est une nouvelle plante semblable...., laquelle est un œuf qui y est attaché.... »

« Ce système de l'accroissement des arbres par des générations toujours nouvelles, lequel a été avancé par de très-savants philosophes, paraît bien confirmé dans les greffes en écusson qui ne contiennent qu'un œuf de la plante ou de l'arbre. Et lorsque le germe de cet œuf est attaché à une tige, il n'y a que la branche qui pousse en dehors; car pour la racine, elle se confond avec la branche en poussant entre son bois et son écorce, ce qu'on remarque assez distinctement dans quelques arbres en les coupant.

« Ce qu'on rapporte de certains arbres qui croissent dans l'Amérique méridionale peut servir encore à confirmer ce système. On dit que ces arbres jettent des branches comme de grands filets qui tendent vers la terre jusqu'à ce qu'ils y soient arrivés, et qu'alors ils jettent des racines et forment de nouveaux arbres de la même espèce de celui qui les a produits, en sorte qu'un seul arbre produit une forêt sans le secours des graines. Mais on pourrait dire plutôt que ces filets, qui sortent du premier arbre, ne sont pas des branches qui tendent vers la terre, mais seulement des racines qui sortent des branches et qui, par leur direction, doivent toujours tendre en bas, et qu'enfin ayant rencontré la terre, elles s'y attachent et y croissent, et que la partie qui est hors de terre pousse des branches comme nous venons de l'expliquer.

« Il sera, enfin, très-facile d'expliquer, par ce système, pourquoi un arbre qu'on a étêté pousse une nouvelle tête composée d'une grande quantité de branches. Car si l'on suppose qu'il y a une infinité de petits œufs de la nature de l'arbre, lesquels sont dispersés de tous côtés entre l'écorce et le bois, et qui ne peuvent pousser ni éclore que lorsqu'ils auront une quantité suffisante de nourriture, il sera facile de juger que la sève qui coulait avec rapidité vers les extrémités des branches avant que l'arbre fût coupé, étant contrainte de s'arrêter à l'endroit de la taille et d'y séjourner, et peut-être d'y fermenter, fera éclore et pousser avec assez de vigueur tous les petits germes qui y

formulés, en 1759, par Georges-Frédéric Möller, et successivement par Erasme Darwin en 1796, par Henri Cotta en 1806, et par Jean-Christian-Frédéric Meyer en 1808.

En 1805, la même théorie fut méditée avec plus d'affirmation et de preuves par Aubert Dupetit-Thouars, qui en exposa les principes dans son *Histoire d'un morceau de bois*, publiée en 1815.

Dupetit-Thouars, frappé de la singulière manière dont les *dracæna* se ramifiaient, eut l'idée d'expliquer, par analogie, le même développement des branches des dicotylédones, et d'en tirer cette conclusion : que le liber ne se change pas en aubier, comme on le croyait alors; mais que les nouvelles couches ligneuses sont formées par des faisceaux fibro-vasculaires qui descendent des bourgeons en se greffant ensemble, de manière à entourer l'ancien corps de la

étaient répandus, pour se faire jour au travers de l'écorce qui est épaisse et fort dure en cet endroit. »

On sait comment une erreur de date et de citation d'auteur se perpétue dans les livres : on a de la science et de l'ignorance trop souvent par reproduction, et l'on cite un document par tradition, comme une légende, sans remonter à la source. C'est ce qui paraît être arrivé aux observations de Lahire le père, pour lesquelles la plupart des dictionnaires d'histoire naturelle et des livres de botanique, pour ne pas dire tous, renvoient aux Mémoires de l'Académie des sciences, pour l'année 1719, donnant ainsi, sans le vouloir, la priorité à Wolf. Les mêmes ouvrages, en général, semblent aussi attribuer ces observations à Lahire le fils cadet, le botaniste, et non à Lahire le père, l'astronome et physicien. De même, ils paraissent confondre le baron de Wolf avec Gaspard-Frédéric Wolff, son contemporain.

Nous devons ces rectifications à l'auteur de l'*Histoire de la botanique*, qui forme annexe à cet ouvrage.

Quant aux opinions de Dodard et de Lahire sur les causes de la perpendicularité des plantes par rapport à l'horizon, le premier disait conjecturalement, que « les fibres des tiges sont de telle nature qu'elles se raccourcissent par l'effet de la chaleur du soleil, et s'allongent par l'effet de l'humidité de la terre; qu'au contraire, celles des racines se raccourcissent par l'effet de l'humidité de la terre, et s'allongent par l'effet de la chaleur du soleil; en un mot, qu'on pourrait s'imaginer que la terre attire à elle la racine, et que le soleil contribue à la laisser aller; qu'au contraire, le soleil attire à lui la tige, et que la terre l'envoie en quelque sorte vers le soleil. » — Selon Lahire le père, « la liqueur qui entre dans la racine, sortie du placenta, la fait croître ; et comme cette liqueur est pesante, elle entraîne en bas la pointe de la racine à mesure qu'elle se développe, car cette racine est attachée fixe à son autre extrémité, qui est le nombril de la plante, et par ce moyen cette radicule se courbe peu à peu jusqu'à ce que la pointe soit tournée tout à fait vers le bas, ce qui est encore aidé par l'eau dont la terre est imbibée, qui l'emporte aussi en descendant. C'est tout le contraire pour la petite tige qui est nourrie par la vapeur qui s'élève toujours en haut, tant celle qui est dans la tige que celle qui sort continuellement de la terre. »

tige. Dès lors il émit cette opinion : que tout bourgeon ou gemme, qui se développe sur un arbre, est un embryon, dont la jeune pousse, qui s'élève, représente la plumule, et il regarde les faisceaux fibro-vasculaires qui en descendent comme les racines.

Aujourd'hui cette théorie, perfectionnée par M. Gaudichaud, a pris place dans la science, à côté de la théorie de l'école du cambium. Elle n'est cependant pas enseignée en France ; mais elle est admise en Angleterre et en Allemagne par quelques professeurs, entre autres par M. Lindley, qui a rédigé, d'après ces principes, son remarquable et excellent traité élémentaire de la botanique.

Turpin modifia, plus tard, l'opinion de Dupetit-Thouars. Il admit deux classes de fibres : les unes, selon lui, descendent des bourgeons aériens vers les racines; les autres naissent des extrémités des racines et vont en sens inverse des précédentes.

Ces deux théories furent combattues par les physiologistes de l'école du cambium, pour laquelle, comme on l'a vu, la formation de tous les tissus des nouvelles couches ligneuses et corticales s'opère sur place, dans le sens horizontal et non dans le sens vertical, et la théorie de Dupetit-Thouars, mais surtout celle de Turpin, furent délaissées à la mort de leur auteur.

M. Charles Gaudichaud, à la suite de nombreuses expériences, faites pendant plusieurs explorations botaniques, dans toutes les parties du monde, où il put étudier la nature sur le vivant, et sur des plantes très-différentes, au point de vue organographique, entreprit à son tour de formuler, d'une manière rigoureuse, le système d'Aubert Dupetit-Thouars, dans un mémoire qui a partagé, en 1835, le prix de physiologie expérimentale, fondé par feu Montyon, et qu'il a publié, en 1841, sous le titre de *Recherches générales sur l'organographie, la physiologie et l'organogénie végétale.*

Prenant la cellule pour base de sa théorie, il voit en elle l'origine de tout végétal, par conséquent de tous les organes dont l'ensemble constitue la plante entière. Partant de là, il admet qu'une cellule vivante, d'une partie quelconque d'un végétal, étant soumise à des influences favorables à la végétation, peut continuer de vivre, de s'accroître, et enfin qu'elle peut se convertir en un embryon nu ou bourgeon, comme la cellule primitive embryonnaire constitue le rudiment de la plante renfermé dans la graine ; c'est ce qui a lieu dans les boutures de racines, de portions de feuilles, etc. De ce pre-

mier principe découle naturellement celui-ci : que ce sont les mêmes lois qui président à l'organisation des différents tissus de l'embryon et à celle du bourgeon. Dans l'un et dans l'autre cas, dans l'embryon, comme dans le bourgeon, autour de cette cellule animée, d'autres cellules s'organisent, et au milieu d'elles se forment ensuite des canaux ou vaisseaux divers pour constituer le système vasculaire. En cet état, le végétal primitif est constitué ; c'est pour M. Gaudichaud un phyton, réduit à son plus simple degré d'organisation, à son premier mérithalle.

Tels sont les principes sur lesquels repose le système de Gaudichaud, connu sous les noms de *Théorie Dupetit-Thouars*, *Théorie des phytons*, et que nous pouvons résumer dans les propositions suivantes :

1° Toute cellule d'un végétal peut s'animer et constituer un végétal embryonnaire ou *phyton.*

2° Le végétal phanérogame le plus simple, ou *phyton*, est réduit à une seule feuille (Atl. I, Pl. 52, fig. 1) pour les monocotylédonées et à deux pour les dicotylédonées (fig. 3, 4).

3° Indépendamment du tissu cellulaire, formant un système rayonnant, chaque phyton se compose, primitivement, d'un système vasculaire ou de vaisseaux, qui peut être divisé en supérieur et inférieur. Le système supérieur se divise, à son tour, en trois parties ou *mérithalles* : le mérithalle tigellaire ou tige (*a*) ; le mérithalle pétiolaire ou pétiole (*b*), et le mérithalle limbaire ou limbe de la feuille (*c*). Le système inférieur ou radiculaire (*e*), qui ne se développe que dans l'acte de la germination pour l'embryon et dans l'évolution du bourgeon, est séparé du système supérieur par le *méso-cauléorhize*, qui est le véritable collet, premier nœud vital d'où se développent en sens contraire la tige et la racine.

4° Les vaisseaux primitifs du phyton se divisent en deux systèmes : en système ascendant et en système descendant.

5° Les vaisseaux du système ascendant, qui forment le canal ou étui médullaire, sont les *trachées* ; ceux du système descendant sont les vaisseaux ponctués, rayés et réticulés.

6° La réunion de plusieurs vaisseaux et de fibres constitue les faisceaux fibro-vasculaires, séparés entre eux par les cellules du système rayonnant ou des rayons médullaires.

7° Dans les monocotylédones, tous les tissus d'un même faisceau

restent ordinairement unis et s'accroissent ensemble ; ils se séparent généralement dans les dicotylédones, pour former, d'un côté, le corps ligneux (trachées, vaisseaux et fibres), et de l'autre, le liber, composé des fibres corticales : c'est entre ces deux portions disjointes, dans toute leur longueur, que se trouve la voie du cambium, voie dans laquelle se forment ou s'organisent de nouveaux faisceaux qui concourent à l'accroissement en diamètre du bois et de l'écorce.

8° Tout s'organise dans le bourgeon ou embryon qui renferme les rudiments des différents tissus.

9° Enfin, le bourgeon terminal d'un premier phyton (fig. 1 *d*), en se développant, donne naissance à un second phyton (Pl. 52, fig. 2), composé comme le premier d'un mérithalle tigellaire (*a*), d'un mérithalle pétiolaire et limbaire appartenant au système ascendant; et du système descendant ou radiculaire, qui s'organise de haut en bas en dehors des vaisseaux du premier mérithalle tigellaire, en formant les vaisseaux ponctués ou réticulés. Les mêmes phénomènes se reproduisent pour le développement du bourgeon qui termine chaque phyton; il en résulte que le mérithalle tigellaire inférieur qui, au moment de sa formation, appartenait exclusivement au système ascendant, se trouve définitivement formé par les deux : le centre composé de trachées qui constituent le système ascendant, et la portion plus extérieure composée de vaisseaux rayés, ponctués et réticulés, qui appartiennent au système descendant ou radiculaire.

Telle est, suivant M. Gaudichaud, la manière dont s'organise la tige ou le rameau, pendant la première année de son développement. Cette théorie, qui explique si clairement l'élongation de la tige, la présence des trachées dans l'étui médullaire seulement, son accroissement successif et gradué en diamètre, et, enfin, sa forme conique, occasionnée par la descente des systèmes descendants, plus nombreux dans la partie inférieure, puisque c'est le passage de tous les systèmes radiculaires des phytons supérieurs ; cette théorie, disons-nous, n'est pas une simple conception de l'esprit, comme le dit M. Agardh, qui la traite d'idéale et d'imaginaire ; elle trouve sa confirmation dans les faits naturels et les nombreuses expériences de l'auteur. Il suffit, pour s'en convaincre, de suivre le développement des bourgeons terminal et axillaires des tiges constituées; de ceux qui naissent des boutures d'un végétal vasculaire; d'une greffe en fente ou en écusson ; et enfin d'observer les phénomènes qui se

produisent à la suite d'une décortication spirale ou annulaire; de l'isolement d'une partie d'écorce sur une tige, et de la suppression de la cime ou de grosses branches d'un arbre dicotylédone.

Par le développement du bourgeon terminal, on voit l'élongation de la tige s'opérer par l'apparition successive des nouveaux phytons, qui s'organisent dans le mamelon cellulaire qui est l'extrémité supérieure de la moelle; et son accroissement en diamètre a lieu par les prolongements du système radiculaire, descendant tout le long de la partie anciennement formée, par la voie du cambium qui sépare le bois de l'écorce. Vus à l'œil nu, après l'enlèvement du système cortical, ces prolongements apparaissent comme des canaux plus ou moins ramifiés, soudés les uns aux autres, et empâtés dans une substance mucilagineuse qui est le cambium; en lavant avec soin et légèrement, on enlève le mucilage, et alors ces prolongements forment des veines saillantes et anastomosées.

Aux systèmes descendants des phytons du bourgeon terminal s'ajoutent, dans le parcours, ceux des bourgeons latéraux ou axillaires, se croisant, se soudant et s'interposant entre eux, formant ainsi un seul tout qui est la nouvelle couche de bois. Examinée au microscope, cette couche présente de gros vaisseaux appliqués immédiatement sur l'ancienne couche de bois; puis, en dehors, du tissu fibreux au milieu duquel apparaissent d'autres vaisseaux, qui tous sont ponctués, rayés ou réticulés, et appartiennent au système descendant ou radiculaire; il n'y a pas trace de trachées qui sont les vaisseaux du système ascendant.

Mais l'origine et l'organisation de ces prolongements radiculaires, qui constituent les couches ligneuses, sont plus faciles à voir et à suivre dans le développement des bourgeons latéraux. Lorsqu'on coupe un rameau à plusieurs centimètres au-dessus de l'œil, on voit très-manifestement, au premier mouvement d'évolution de cet œil, partir de sa base quelques canaux qui s'écartent et tentent de contourner le corps ligneux; ils forment, à ce premier moment, comme une patte d'oiseau; mais bientôt de nouveaux faisceaux s'ajoutent à eux, et alors on n'aperçoit plus qu'un réseau plus ou moins épais, qui augmente d'autant le diamètre de la tige, dans la portion située seulement au-dessous du bourgeon; car la portion située au-dessus non-seulement est restée stationnaire, mais elle a cessé de vivre; ce n'est plus qu'un *chicot* desséché. (Voir pl. 52,

fig. 5.) Si la nouvelle couche de bois était formée par l'organisation du cambium, cette portion supérieure devrait prendre un accroissement égal à celui de la partie inférieure ; les faits, comme on voit, prouvent qu'il n'en est pas ainsi.

Dans les boutures par portion de tige, les faits sont encore plus concluants : aussitôt que le bourgeon se développe, les prolongements radiculaires apparaissent à sa base, contournent le corps ligneux pour former une couche concentrique, et descendent ensuite verticalement jusqu'à la section inférieure. Là, ne trouvant plus de point d'appui, si l'on peut employer cette expression, pour continuer leur élongation dans le sens vertical, ces faisceaux contournent de nouveau l'ancien corps ligneux, comme font les racines d'une plante cultivée en pot, parvenues au fond du vase, et c'est alors que cette élongation transversale détermine un bourrelet dans lequel plusieurs faisceaux radiculaires se rassemblent pour former les racines extérieures, qui s'allongent par leur extrémité en s'enfonçant en terre (Pl. 52, fig. 5 et 6).

Si le cambium a la propriété de s'organiser sur place, pourquoi les faisceaux fibreux-vasculaires de la couche ligneuse se contournent-ils ainsi, à la base de la bouture, de mille manières, au lieu de conserver une direction verticale? Cette question embarrasse non-seulement les partisans du cambium, mais encore ceux de la théorie de l'épigénèse, théorie en vertu de laquelle chaque tissu engendre son semblable par le dédoublement des organes qui le composent ; car ils ne savent expliquer comment un faisceau fibreux-vasculaire vertical peut engendrer, par le dédoublement de ses fibres et vaisseaux, un autre faisceau qui le croise à angle droit.

La soudure de la greffe sur le sujet est encore une confirmation de la théorie des phytons. Le fragment de rameau implanté dans la tige, soit dans le corps ligneux, soit entre l'écorce et le bois, se comporte exactement comme les boutures, avec cette différence, toutefois, que les filaments radiculaires de ses phytons, au lieu de former de véritables racines, lorsqu'ils arrivent à la section inférieure de la portion de rameau greffée, se prolongent sur le corps ligneux du sujet, où ils concourent à la formation de la nouvelle couche de bois.

Deux objections ont été faites, à ce sujet, à la théorie des phytons. Si ce sont les bourgeons de la greffe, dit-on, qui envoient leurs pro-

longements radiculaires pour former les nouvelles couches du sujet, les couches formées sur la tige, depuis l'opération du greffage, doivent avoir la même texture et la même couleur que les tissus de l'espèce greffée; c'est ce qui n'a pas lieu. Lorsqu'on greffe un arbre à bois blanc sur un arbre à bois rouge, par exemple, les nouvelles couches qui se forment, annuellement, sur l'arbre à bois rouge greffé, au lieu d'être blanches comme celles de la greffe, sont rouges comme celles du sujet; donc, rien ne descend de la greffe, tout se forme sur place.

Cette objection n'est pas sérieuse. Tous les physiologistes savent parfaitement que la coloration du bois est due à l'action physiologique de l'écorce, et que les tissus fibreux et vasculaires sont toujours incolores. Par conséquent, les couches nouvelles d'un arbre à bois rouge, qui a reçu la greffe d'un arbre à bois blanc, doivent inévitablement avoir leurs tissus rouges, puisqu'ils sont en contact avec une écorce dont le tissu cellulaire est gorgé de matière rouge, qui suinte et teint de la même couleur tous les tissus environnants. On peut s'assurer de ce fait, en enlevant une bande d'écorce d'un arbre à bois blanc, à la place de laquelle on applique une bande d'écorce provenant d'un arbre à bois rouge; peu de temps après, le bois blanc devient rouge dans toute la partie recouverte par la bande d'écorce rouge. C'est donc bien au principe colorant de l'écorce que le bois doit sa coloration; dès lors, l'objection faite à la théorie des phytons n'est pas fondée.

Les expériences les plus concluantes en faveur de la théorie de M. Gaudichaud sont : la décortication annulaire ou spirale, et la suppression de la cime d'un arbre ou d'une grosse branche seulement.

En effet, lorsqu'on isole, par l'enlèvement d'une bande circulaire d'écorce, la partie inférieure d'un arbre de sa partie supérieure, et que l'opération est faite pendant l'hiver, on constate, à la fin de l'automne suivant, après une période végétative, qu'il s'est formé une nouvelle couche de bois dans toute l'étendue de la tige située au-dessus de la plaie circulaire, et qu'il ne s'est rien organisé sur la portion située au-dessous; chaque année subséquente le même phénomène se répète, de sorte que le tronc ne prend d'accroissement que dans la partie supérieure.

Évidemment, les nouvelles couches formées au-dessus de la décortication, proviennent bien des filaments ou faisceaux radiculaires

descendant des bourgeons, dont l'élongation verticale est arrêtée par la plaie au-dessus de laquelle ils forment un épais bourrelet, puisque, au-dessous de cette plaie, il ne s'organise jamais rien, malgré la présence du cambium entre le bois et l'écorce.

Mais il en est différemment, quand, du bord inférieur de la plaie, quelques cellules de la partie corticale s'animent et donnent naissance à des bourgeons. Aussitôt que ceux-ci se développent, il se forme une nouvelle couche concentrique, si les bourgeons assez nombreux sont disposés tout autour de la tige ; ou bien c'est une bande verticale plus ou moins large de tissus ligneux, si un seul bourgeon s'est développé, et, alors, cette bande naît de sa base ; dans tout le reste de la périphérie de la tige, il ne s'organise rien ; les anciens tissus, au contraire, se dessèchent.

Si le cambium était le générateur des couches ligneuses, il nous semble qu'il s'organiserait, régulièrement, aussi bien là où il n'y a pas de bourgeons que là où il s'en développe. Cette objection, qui porte une si grave atteinte à la théorie de la couche génératrice, a fait intervenir l'action des sucs nourriciers descendant des feuilles, et qui joueraient ainsi le rôle de liquide fécondateur, puisqu'il ne se forme rien là où ils ne peuvent parvenir. Mais l'auteur de cet amendement, M. Trécul, n'a pas réfléchi que des vaisseaux et des fibres apparaissent dans le cambium, bien avant l'entier épanouissement des bourgeons, et à un moment où il n'existe pas encore de feuilles pour élaborer la séve ascendante en sucs nourriciers.

Ce qui survient à toute la partie inférieure isolée d'un tronc d'arbre se reproduit sous une plaque d'écorce, circonscrite par l'enlèvement d'une bande corticale. Ainsi, une portion isolée de 10 centimètres ne prend aucun accroissement, tant qu'il ne s'y organise pas un bourgeon; mais dès qu'un bourgeon apparait, il se forme aussitôt une couche de ligneux au-dessous de lui, et rien au-dessus de son point d'insertion : ici encore on voit l'influence des faisceaux radiculaires descendants, et non l'influence de la séve descendante.

Si enfin on supprime, au printemps, la cime entière d'un jeune arbre, il se développe, généralement, des bourgeons sur une assez grande étendue du tronc ; dans ce cas la nouvelle couche ligneuse ne s'organise qu'au-dessous de ces bourgeons ; la portion de la tige située au-dessus du bourgeon le plus élevé se dessèche et meurt ; et cependant elle possédait du cambium, tout aussi bien que la portion infé-

rieure, avant le développement des bourgeons. Mais si, au lieu de supprimer toute la cime de l'arbre, on coupe seulement une des branches inférieures, il se forme une nouvelle couche de bois sur presque toute la périphérie du tronc, excepté au-dessous de la plaie faite par la suppression de la branche. C'est qu'alors cette portion ne reçoit plus les faisceaux radiculaires de la branche qui a produit ceux des couches des années précédentes, et que les faisceaux radiculaires des branches restantes n'ont pas assez de force pour contourner le tronc et parvenir jusqu'à la base de la plaie. Souvent, et c'est un fait très-commun sur les arbres de nos promenades publiques, toute la portion verticale située au-dessous de la branche supprimée ne prend plus le moindre accroissement ; son écorce meurt, et l'arbre présente une longue plaie longitudinale qui s'étend de la cicatrice au sol ; le plus bel exemple à citer, du résultat de la suppression d'une grosse branche d'arbre, est un catalpa, qui abrite le pavillon de la petite école de botanique du Jardin des Plantes de Paris.

Ce défaut d'organisation du tissu ligneux ne peut donc, encore ici, être attribué qu'à l'absence des faisceaux radiculaires des rameaux, puisqu'au moment de la suppression de la branche le cambium existait.

Les saules creux sont aussi un exemple frappant de l'organisation de couches ligneuses par les fibres radiculaires des bourgeons. Ces arbres subissent, comme chacun sait, un élagage des plus irrationnels. On coupe toutes les branches exactement au niveau du tronc ; de sorte qu'il n'y a aucun bourgeon constitué pour reproduire de nouvelles ramifications ; ce sont des cellules qui s'organisent et forment des bourgeons nouveaux. Or il arrive souvent que ces bourgeons ne sont pas disposés d'une manière régulière autour du tronc, mais seulement d'un même côté, qui prend de l'accroissement, tandis que le côté qui est dépourvu de bourgeons se dessèche et est détruit peu à peu par l'action des agents extérieurs, et principalement par l'humidité.

On pourrait multiplier les faits qui témoignent en faveur de la théorie de M. Gaudichaud, qu'une mort prématurée a enlevé à la science et au principe dont il était en France le seul défenseur ; mais nous croyons que ceux qui viennent d'être exposés suffisent pour donner une idée de la justesse des doctrines du savant auteur de la théorie des phytons.

Examinons maintenant les faits qui paraissent contraires à cette théorie.

On lui oppose, surtout, les excroissances ligneuses qui se forment sur la partie décortiquée du tronc. Ces faits sont rares, et les expériences tentées pour les obtenir ne donnent pas toujours le résultat qu'on en espère. M. Trécul, néanmoins, après de nombreux essais de décortication, est parvenu, dit-il, à faire former, sur la partie décortiquée d'un arbre, une couche de bois parfait, de quelques millimètres d'épaisseur, composée de fibres ligneuses et de vaisseaux, formant ainsi une plaque isolée sur du vieux bois desséché, et ne communiquant, avec le reste de la tige, que par la partie vivante du bois sur laquelle elle est appliquée; il a conclu, de ce fait très-rare, et on peut dire exceptionnel, que la théorie des phytons est fondée sur un principe faux, puisque des fibres et des vaisseaux se sont formés, sans qu'on puisse les attribuer à des phytons, la plaque dans laquelle ils ont été observés se trouvant tout à fait isolée.

Ces plaques, qu'on obtient quelquefois sur les arbres des bois très-ombreux et un peu humides, à l'époque de la pleine séve, après l'enlèvement de l'écorce, ne sont pas aussi complétement isolées des tissus formés au-dessus de la décortication, qu'on le croit généralement. Au moment où l'on enlève l'écorce, les premiers vaisseaux, entourés de quelques fibres, sont déjà formés dans la partie la plus interne du cambium. Le mouvement, très-actif alors, de la séve détermine le développement de quelques rayons médullaires, qui forment ainsi, de distance en distance, sur la partie dénudée, des excroissances cellulaires, qui protégent les vaisseaux et fibres déjà organisés et conservent leur fraîcheur. Mais tout autour de ces excroissances cellulaires, ces mêmes tissus et vaisseaux, exposés à l'action de l'air, se dessèchent et se contractent; le mucilage qui les enveloppe se trouve lui-même détruit; il s'opère une sorte de retrait, et toute cette partie dénudée semble appartenir à la couche précédente. Telle est l'explication d'un fait que nous avons observé maintes fois, et qui nous a convaincu que toutes ces excroissances sont purement cellulaires; elles n'ont, du reste, qu'une existence éphémère, puisqu'elles ne vivent jamais que pendant l'année de leur formation; nous les avons toujours trouvées desséchées l'année suivante.

Mais, en supposant le fait tel qu'il est présenté par M. Trécul,

il serait aussi difficile à expliquer par la théorie du cambium des auteurs modernes que par celle des phytons ; il confirmerait pleinement l'ancienne théorie du cambium par le bois, qui se transforme ensuite en liber ; car, si, comme le veut la théorie actuelle, ce sont les sucs nourriciers ou sève élaborée qui descendent, des bourgeons, pour transformer les cellules génératrices en fibres, en cellules allongées et en faisceaux, dont la direction est déterminée par la direction des courants de sève, on se demande comment, et par quelle voie, ces sucs nourriciers, descendant des feuilles, ont pu parvenir jusqu'à la couche génératrice de ces excroissances, qui sont isolées et entourées de tissus desséchés.

Il n'y a donc pas lieu de s'arrêter plus longtemps sur ce fait, qui n'a d'importance pour aucune des deux théories, puisque c'est une fausse interprétation du phénomène.

Passons maintenant à une autre question d'une plus grande importance, et pour laquelle les deux théories présentent des différences fondamentales, c'est-à-dire à l'accroissement des tiges monocotylédonées.

Ce que nous avons dit jusqu'à présent s'applique à l'accroissement des tiges des dicotylédones. Nous avons vu que les deux théories sont d'accord sur la manière dont ces tiges croissent en longueur et en diamètre. L'élongation se fait par le développement du bourgeon terminal, et l'épaississement par l'adjonction, chaque année, d'une nouvelle couche ligneuse, qui se forme en dehors des couches anciennement formées : de là le nom de végétaux *exogènes*, donné aux végétaux dont les tiges présentent cette organisation ; le différend n'existe que pour l'origine et l'organisation des tissus qui constituent ces nouvelles couches ligneuses et libériennes ; pour les monocotylédonées, le différend commence dès le point de départ.

Considérée dans son ensemble, la tige monocotylédonée offre une masse homogène de tissu cellulaire dans laquelle sont épars les faisceaux ligneux et non rassemblés en couches concentriques ; il n'y a ni moelle, ni rayons médullaires, et l'écorce est remplacée par une couche plus ou moins épaisse de tissu cellulaire extérieur durci.

Tous les auteurs de l'école du cambium, qui ont traité de la structure et de la formation de la tige monocotylédonée, s'accordent à dé-

clarer que son organisation se fait d'une manière toute différente de celle des tiges dicotylédonées; que son accroissement n'a lieu que par le sommet, et qu'elle atteint son diamètre dès l'origine de sa formation; que, par conséquent, elle ne s'accroît plus transversalement. De Candolle, le premier, a cherché à expliquer théoriquement le mode de développement des tiges monocotylédonées. D'après lui, l'organisation de la tige se fait de la manière suivante : Dès la naissance de la plante, il se développe une première rangée de feuilles qui sont liées au collet par des fibres; à la seconde année, il naît, à l'intérieur de cette première rangée, une seconde rangée qui a aussi des fibres placées plus intérieurement que les précédentes, et qui, par leur développement, tendent à repousser les premières vers la circonférence; et il en est ainsi de toutes les autres fibres des années suivantes, jusqu'au moment où les plus extérieures ayant acquis, par l'effet de l'âge, la dureté du bois parfait, ne se prêtent plus à la distension. C'est alors que la première zone formée se solidifie et ne peut plus augmenter de diamètre l'année suivante. Par les mêmes causes la seconde zone se forme en dedans de la première, la troisième en dedans de la seconde, et ainsi de toutes les suivantes; de sorte que la tige est rigoureusement cylindrique, que sa partie extérieure est composée de bois parfait, et sa partie centrale de fibres non encore solidifiées. D'après cette théorie, l'organisation d'une tige monocotylédonée se fait du centre à la circonférence, c'est-à-dire que les derniers faisceaux formés sont les plus intérieurs : de là le nom d'*endogènes* appliqué par de Candolle aux végétaux monocotylédones.

Plus tard, Desfontaines et Mirbel modifièrent sensiblement la théorie de de Candolle. Ces deux éminents botanistes démontrèrent ceci : le centre de la tige n'est pas précisément le siége de l'organisation, mais les faisceaux se forment à la base de la tige, à la naissance des racines, s'élèvent en s'organisant en dehors des faisceaux anciens, jusqu'un peu au-dessous du sommet de la tige, d'où, à ce moment, ils se dirigent obliquement vers le centre; parvenus au milieu de l'axe cellulaire, ces faisceaux reprennent une direction opposée, en décrivant une courbe, ce qui les ramène à la circonférence, où les extrémités rencontrent les feuilles avec lesquelles ils s'unissent. Ainsi, d'après Mirbel, l'organisation a lieu de la base au sommet; les nouveaux faisceaux se forment en

dehors; mais à un moment donné ils se dirigent vers le centre, puis retournent aussitôt vers la circonférence. C'est, comme on voit, un principe d'organisation tout différent de celui du cambium des dicotylédones, puisque, ici, cette organisation a lieu à la périphérie, en commençant par la base, et que les faisceaux pénètrent dans le centre vers la partie supérieure, pour en ressortir un peu plus haut. On ne se rend pas très-bien compte pourquoi la nature emploie ainsi deux modes si différents d'organisation chez les végétaux.

D'après M. Gaudichaud, le même principe préside à l'organisation des tiges des monocotylédones et à celle des dicotylédones; la structure et la formation sont les mêmes dans les deux grandes divisions du règne végétal.

Des phytons ou feuilles, qui naissent au sommet de la tige, descendent les faisceaux radiculaires, comme dans les dicotylédones, et, de même que dans les tiges de cette classe, c'est en dehors de ceux qui sont le plus anciennement formés. Mais les feuilles n'étant pas aussi nombreuses ici que dans les arbres dicotylédonés, ces faisceaux sont conséquemment moins nombreux et ne forment pas de couches concentriques comme celles qu'on observe dans les arbres de notre climat. Néanmoins, dans les *yucca*, les *pandanus* et *dracæna*, chez lesquels les feuilles sont plus abondantes que chez les palmiers, les faisceaux radiculaires, étant beaucoup plus nombreux, se greffent entre eux et constituent de véritables couches concentriques, comme dans les dicotylédones.

La convergence des faisceaux des palmiers vers le centre, puis la divergence vers la circonférence, qui déterminent une arqûre dont la convexité est tournée en dedans, quand on examine la coupe longitudinale de la partie d'une tige située au-dessous du bouquet terminal, sont le résultat de l'accroissement en longueur, et naturellement en diamètre, du bourgeon terminal garni de feuilles.

Mais, d'abord, pour comprendre ce phénomène, il faut abandonner ce principe éminemment faux de la théorie de M. Mirbel : que la tige monocotylédonée est parfaitement cylindrique dans toute sa hauteur, et qu'elle ne s'accroît pas en diamètre. Pour se convaincre de l'erreur dans laquelle sont tombés les auteurs de cette théorie, il suffit d'examiner tous les palmiers vivants, actuellement cultivés dans les serres, et particulièrement les magnifiques

corypha et *latania* des serres du Jardin des Plantes de Paris : aucune tige dicotylédonée n'offre une forme conique plus parfaite.

La *conicité* de la tige étant admise, on comprend facilement que l'accroissement en diamètre du bourgeon terminal détermine l'arqûre des faisceaux fibro-vasculaires.

Étant donné un bourgeon conique, dont le sommet est occupé par une couronne de quelques feuilles, si l'on coupe longitudinalement ce bourgeon, on voit les fibres radiculaires, partant de la base de ses feuilles, descendre verticalement, sans le moindre coude ni arqûre, tout le long de la périphérie du stipe et en dehors des fibres précédemment formées des feuilles inférieures. En suivant l'élongation de la tige, on voit que de la pointe de ce bourgeon terminal naît et se développe une autre couronne des feuilles, dont la direction verticale fait prendre une position oblique aux feuilles situées au-dessous d'elles, et dont nous avons suivi la direction des fibres parfaitement perpendiculaire : le point d'insertion de ces feuilles n'est plus alors terminal et perpendiculaire à l'axe; il est devenu latéral par le fait de la naissance et du développement de la nouvelle couronne terminale qui l'a rejeté de côté, et aussi par l'accroissement en diamètre de la portion du bourgeon sur laquelle ces feuilles sont implantées. C'est donc uniquement par ce mouvement de croissance qu'une légère déviation des fibres radiculaires a lieu vers la circonférence; si les feuilles de ces plantes étaient annuelles, comme chez beaucoup de dicotylédonées, elles se détacheraient à ce moment de l'arbre, et leurs faisceaux radiculaires ne présenteraient aucune arqûre; ils formeraient la charpente d'un cône, en dehors duquel s'organiseraient les faisceaux descendants des feuilles constituant la couronne supérieure, et qui augmenteraient ainsi le diamètre de cette extrémité de la tige, exactement comme les faisceaux descendants d'un bourgeon dicotylédoné accroissent le diamètre du rameau qui porte ce bourgeon; et ainsi pour toutes les feuilles subséquentes.

Mais, dans les monocotylédones, les feuilles sont persistantes, et chaque année elles éprouvent un déplacement géométrique : de terminales qu'elles sont toutes en naissant, elles deviennent latérales, par suite du développement successif d'autres feuilles centrales qui rejettent les anciennes en dehors du bourgeon, dont les tissus conservent leur vitalité jusqu'à la parfaite constitution de la tige.

Or, les feuilles ainsi déplacées continuent à vivre, et la portion de leurs faisceaux fibro-vasculaires qui se trouve dans la masse cellulaire vivante du bourgeon, s'allonge horizontalement au fur et à mesure de l'accroissement en diamètre de la partie terminale, en vertu de la puissance qui produit l'allongement du bourgeon dicotylédoné dans toute son étendue, c'est-à-dire sur tous les points de sa longueur. De là cet entre-croisement si manifeste des faisceaux ou fibres des palmiers, et qui existe aussi, moins manifestement, chez les dicotylédones, mais qu'on voit néanmoins chez les arbres à feuilles persistantes; cette direction horizontale des faisceaux de dicotylédones est très-visible dans un rameau de marronnier.

D'après la théorie des phytons, il n'y a donc aucune différence de structure et d'organisation entre les tiges monocotylédonées et celles des dicotylédonées. Si les tiges de palmiers semblent ne point s'accroître en diamètre, c'est uniquement parce que le nombre de feuilles qui se développent annuellement au sommet des tiges seulement, est souvent très-réduit, et qu'alors les faisceaux radiculaires, en nombre proportionné, peuvent descendre entre les anciens, sans augmenter beaucoup la croissance latérale annuelle du stipe. Cette opinion de l'ancienne école n'est pas soutenable en présence des pandanus et palmiers qui émettent des racines adventives. En effet, aussitôt que les faisceaux descendants se sont fait jour au travers de l'écorce pour se constituer en racines aériennes, la partie de la tige située au-dessous de ces racines ne prend plus d'accroissement en diamètre, tandis que la partie supérieure acquiert toujours un épaississement qui est très-considérable chez les pandanus.

Il résulte donc de ce qui précède que les deux écoles sont d'accord au sujet de l'accroissement des tiges dicotylédonées : celles-ci s'allongent, pour les deux partis, par le développement d'un bourgeon terminal, et elles épaississent par la formation annuelle d'une nouvelle couche de bois. Il n'y a dissidence que sur l'origine et la manière dont s'organisent les tissus qui constituent les couches ligneuses et du liber ; mais, depuis la nouvelle doctrine émise par M. Trécul et acceptée par tous les autres botanistes de la même école, les deux théories se rapprochent de plus en plus, et nous espérons que de tous ces principes fusionnés on pourra un jour tirer la vérité.

Pour les monocotylédones, la divergence est complète : les deux théories reposent sur des principes opposés; mais il est probable

que les disciples de M. Mirbel, éclairés par les nombreux exemples de palmiers vivants, dont les tiges sont si manifestement coniques, abandonneront bientôt cette opinion du maître : que les tiges monocotylédonées sont parfaitement cylindriques et ne s'accroissent pas en diamètre. Le rapprochement deviendra alors plus facile.

Quant à la durée de l'accroissement des végétaux, elle est limitée seulement par celle de leur vie. Le végétal diffère donc de l'animal, en ce qu'il n'arrive pas, comme ce dernier, à une époque appelée âge adulte, où tout accroissement cesse, et où la nutrition ne fait que réparer les pertes qui résultent de l'usure des tissus.

Dans les plantes, au contraire, la formation incessante de bourgeons rajeunit en eux la vie, et leur donne toujours un développement nouveau, renfermé cependant dans certaines limites : car les végétaux ne croissent pas indéfiniment, et chaque espèce a sa loi de développement; mais l'accroissement cesse avec la formation des bourgeons, et quand ce phénomène a lieu, la plante ne tarde pas à être frappée de mort. Les végétaux ligneux ont une durée beaucoup plus longue, et l'on cite des exemples de longévité extraordinaires; aussi pourrait-on dire d'eux que leur accroissement est indéfini, puisque chaque année de nouveaux bourgeons viennent les rajeunir. Il faut donc, pour que la mort arrive, que le tronc, qui est devenu le lien commun entre tous ces êtres nouveaux, se détruise par l'effet des influences ambiantes; mais ce n'est pas, comme chez l'animal, l'effet de l'oblitération et de l'usure réelle des organes qui amène la phase de la vie appelée la vieillesse, ou mieux encore la sénilité; c'est presque une destruction mécanique. On a un exemple de la persistance de la vie dans le végétal et de la destruction successive de ses parties, dans les saules, qui sont souvent réduits aux parties corticales et à quelques couches de tissu ligneux.

FIN DU PREMIER VOLUME DE LA BOTANIQUE GÉNÉRALE.

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES

DANS LE PREMIER VOLUME DU TRAITÉ DE BOTANIQUE GÉNÉRALE

FIN DE LA TABLE DU PREMIER VOLUME
DE LA BOTANIQUE GÉNÉRALE.

Paris. — Imp. P.-A. BOURDIER et Cie, rue Mazarine, 30.